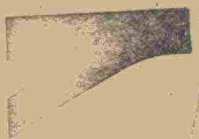


08 TIEL /UUD



Tielaitos
Kirjasto

Doknro: 941026
Nidenro: 941358

Uudenmaan yleisten teiden ympäristön tila ILMANLAATU

Tielaitos
Uudenmaan tiepiiri

Helsinki 1994

Raportin tuotanto
Kari Muhonen
Eeva Aarrevaara, kansikuva
Anna-Kaisa Kuusinen, taitto

ISBN 951-47-9526-1

Kajoprint Oy, Vantaa 8/94

Tätä julkaisua myy
Uudenmaan tiepiiri

Uudenmaan tiepiiri
Opastinsilta 12 B
PL 70
00521 HELSINKI
Puhelinvaihte (90) 1487 221

Asiasanat: ilmanlaatu, pakokaasut, pitoisuudet, päästöt, pöly, tieliikenne, Uusimaa, ympäristö.

TIIVISTELMÄ

Selvityksen tavoitteena oli: 1) tarkastella Uudenmaan ilmanlaatua aikaisempien mittausten ja selvitysten perusteella, 2) laskea pakokaasupäästömäärät ja pitoisuudet Uudenmaan yleisillä teillä sekä arvioida pitoisuuksien haitallisuutta ja 3) esittää tielaitoksen mahdollisuuksia päästöjen vähentämiseksi.

Uudenmaan yleisten teiden pakokaasupäästöjen kehitystarkastelut ja alueelliset laskennat tehtiin LIISA-tietojärjestelmällä. Tieosakohtaiset päästöt laskettiin KEHAR-ohjelmistolla. Pitoisuustarkastelut tehtiin maanteille kehitetyllä laskentamallilla, ns. nomogrammimallilla.

Uudenmaan tieliikenteen päästöt olivat huipussaan vuonna 1990. Tämän jälkeen katalyysaattoriautojen lisääntymisen myötä ovat kaikki muut päästöt (hiilimonoksidi, hiilivedyt, typen oksidit, hiukkaset, rikkidioksidi ja lyijy) paitsi hiilidioksidipäästöt vähentyneet. Hiilidioksidipäästöt kasvavat yli 40 % vuodesta 1991 vuoteen 2010.

Uudenmaan tieliikennepäästöistä tulee suurin osa yleisiltä teiltä. Uudenmaan osuus koko Suomen tieliikennepäästöistä on lähes neljännes. Pääkaupunkiseudulta (Espoo, Helsinki, Kauniainen ja Vantaa) tulee yli puolet Uudenmaan tieliikennepäästöistä. Suurin osa tieliikenteen päästöistä on peräisin henkilöautoista.

Uudenmaan suurimmat tieosakohtaiset päästömäärät ja pitoisuudet ovat yleensä pääteillä suurimpien asutuskeskusten läheisyydessä. Suurimmat päästömäärät ja pitoisuudet ovat Helsingin ympäristössä valtateillä 1, 3 ja 4, kantatiellä 50 (Kehä III), kantatiellä 51, maantiellä 101 (Kehä I) ja maantiellä 137. Uudenmaan yleisillä teillä ei pitoisuuslaskentojen perusteella ylitetä valtioneuvoston antamia pitoisuuksien ohjearvoja. Ohjearvoja ollaan tiukentamassa. Uusien ohjearvojen tultua voimaan ei yleisten teiden varsilla todennäköisesti asu ihmisiä alueilla, joilla ohjearvot ylittyvät.

Tieliikenteen ympäristökysymykset jakautuvat niihin, joihin tielaitos voi vaikuttaa itse ja niihin, joissa tarvitaan laajaa yhteistyötä ja liikenne- ja ympäristöpoliittisia päätöksiä. Tielaitoksen tehtävänä on toteuttaa toimenpiteitä, jotka vähentävät tieliikenteen ympäristöhaittoja.

Pakokaasujen osalta on tiensuunnittelun tavoitteena päästöjen vähentäminen ja pitoisuuksien pienentäminen. Kunnossapidossa voidaan pölyämistä pienentää käyttämällä vähemmän hiekoitushiekkaa ja suolaa. Nastoja ja nastakulutusta hyvin kestävää päällystettä edelleen kehittämällä on mahdollista vähentää nastojen aiheuttamaa kulumis- ja pölyongelmaa. Tien varteen istutettu kasvillisuus ja melusteet sitovat pölyä ja muita ilman epäpuhtauksia ja vähentävät niiden leviämistä ympäristöön.

ALKUSANAT

Uudenmaan tiepiiri tekee selvitystä yleisten teiden ympäristön tilasta ja mahdollisista toimenpidetarpeista. Selvitys muodostuu kahdeksasta osaraportista, joista tämä raportti käsittelee tieliikenteen ja tienpidon vaikutuksia ilmanlaatuun. Ilmanlaatua sivutaan myös asfalttiasemien ja kivenmurskaamojen pölyleijuma- ja meluselvityksessä. Muut osaraportit käsittelevät tieliikenteen meluvaikutuksia sekä vaikutuksia luontoon, kulttuurihistoriaan, maisemaan, taajamiin ja pohjaveteen. Tiepiirien selvityksistä kootaan valtakunnallinen yleisten teiden ympäristön tilaa kuvaava yhteenvetoraportti.

Tämän selvityksen on laatinut tekn.yo Kari Muhonen. Aiheesta on myös tehty diplomityö Teknilliselle korkeakoululle. Selvitystä on ohjannut MMK Seija Korhonen Uudenmaan tiepiiristä ja asiantuntija-apua on antanut FM Mervi Karhula tielaitoksen kehittämiskeskuksesta.

Helsingissä huhtikuussa 1994

Tielaitos
Uudenmaan tiepiiri

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ	3
ALKUSANAT	5
SISÄLLYSLUETTELO	6
1 UUDENMAAN ILMANLAATU	9
1.1 Yleistä	9
1.2 Ilmanlaatu pitoisuustarkastelujen perusteella	11
1.3 Ilmanlaatu bioindikaattoriseurantojen perusteella	12
1.4 Kansainväliset ilmansuojelusopimukset	14
2 AJONEUVOLIIKENTEEEN JA TIENPIDON PÄÄSTÖT 15	
2.1 Ajoneuvoliikenteen pakokaasupäästöt	15
2.2 Pakokaasumääräykset	15
2.3 Ajoneuvoliikenteen ja tienpidon pölypäästöt	17
2.4 Tienrakentamisesta aiheutuvat päästöt	18
3 PAKOKAASUPÄÄSTÖLASKENNAT 20	
3.1 Päästöjen laskenta	20
3.2 Pitoisuuksien laskenta	21
3.3 Aineisto ja menetelmät	22
4 PAKOKAASUPÄÄSTÖLASKENTOJEN TULOKSET 23	
4.1 Pakokaasupäästöjen kehitys	23
4.2 Pakokaasupäästöt Uudellamaalla vuonna 1991	23
4.3 Tieosakohtaiset päästöt vuonna 1991	27
4.4 Pitoisuustarkastelut	28
5 ILMANSAASTEIDEN VAIKUTUKSET 31	
5.1 Yleistä	31
5.2 Laaja-alaiset ympäristövaikutukset	31
5.3 Paikalliset kasvillisuusvauriot	32
5.4 Päästöjen aiheuttamat terveysriskit	32
5.5 Materiaalihaitat	33

6	PÄÄSTÖJEN VÄHENTÄMINEN	34
6.1	Yleistä	34
6.2	Tielaitoksen keinot päästöjen vähentämiseksi	35
6.2.1	Yleistä	35
6.2.2	Tiensuunnittelun keinot vähentää päästöjä	36
6.2.3	Kunnossapidon keinot vähentää päästöjä	38
7	SEURANTA	39
8	YHTEENVETO	40
9	KIRJALLISUUSLUETTELO	42
10	LIITTEET	47

LIITE 1: Ilmanlaadun ohjearvot ja ehdotetut uudet ohjearvot.

LIITE 2: Kansainväliset ilmansuojelusopimukset.

LIITE 3: Maanteille kehitetyn pitoisuuslaskentamallin arviointi-lomakkeet.

LIITE 4: Uudenmaan valta- ja kantateiden sekä seudullisten teiden liikennemäärät vuonna 1991, liikenne-ennuste vuodelle 2010, tieosakohtaiset päästöt vuonna 1991 ja ennusteet vuoden 2010 päästömääristä.

LIITE 5: Hiilimonoksidi- ja typpidioksidipitoisuuksien laskennat.

1 UUDENMAAN ILMANLAATU

Energiantuotanto ja liikenne aiheuttavat Uudenmaan läänin suurimmat ilmansuojeluongelmat. Suuria teollisuuslaitoksia on vähän, joten teollisuuden aiheuttamat ongelmat ovat lähinnä paikallisia. Suurimmat ongelmat keskittyvät pääkaupunkiseudulle, etenkin Helsinkiin. Ilmanlaatua voidaan seurata mm. ilmanlaadun pitoisuusmittauksin, leviämisselvityksin ja bioindikaattorikartoituksin.

1.1 Yleistä

Suomessa päästöjä ilmaan aiheuttavat energiantuotanto, teollisuus, työkoneet, tieliikenne ja muut liikennemuodot. Tieliikenteen osuus kokonaispäästöistä on merkittävä, mutta osuus vaihtelee päästölajeittain (taulukko 1). Päästöistä puhuttaessa on huomioitava myös tieliikenteen tien pinnasta ilmaan nostattama pöly, jonka määrä Suomessa on noin 300 000 tonnia vuodessa.

Uudenmaan ilmapäästöistä yli 90 % aiheutuu tieliikenteen ja ilmansuojeluilmoitusvelvollisten laitosten (lähinnä yli viiden MW:n energiantuotanto- ja teollisuuslaitokset) ilmapäästöistä. Muita päästölähteitä ovat työkoneet, pienlämmitys ja muu kuin tieliikenne. Tieliikenteen osuus hiilivety- ja typen oksidien päästöistä on merkittävä, kun taas hiukkasten ja rikkidioksidin päästöt ovat

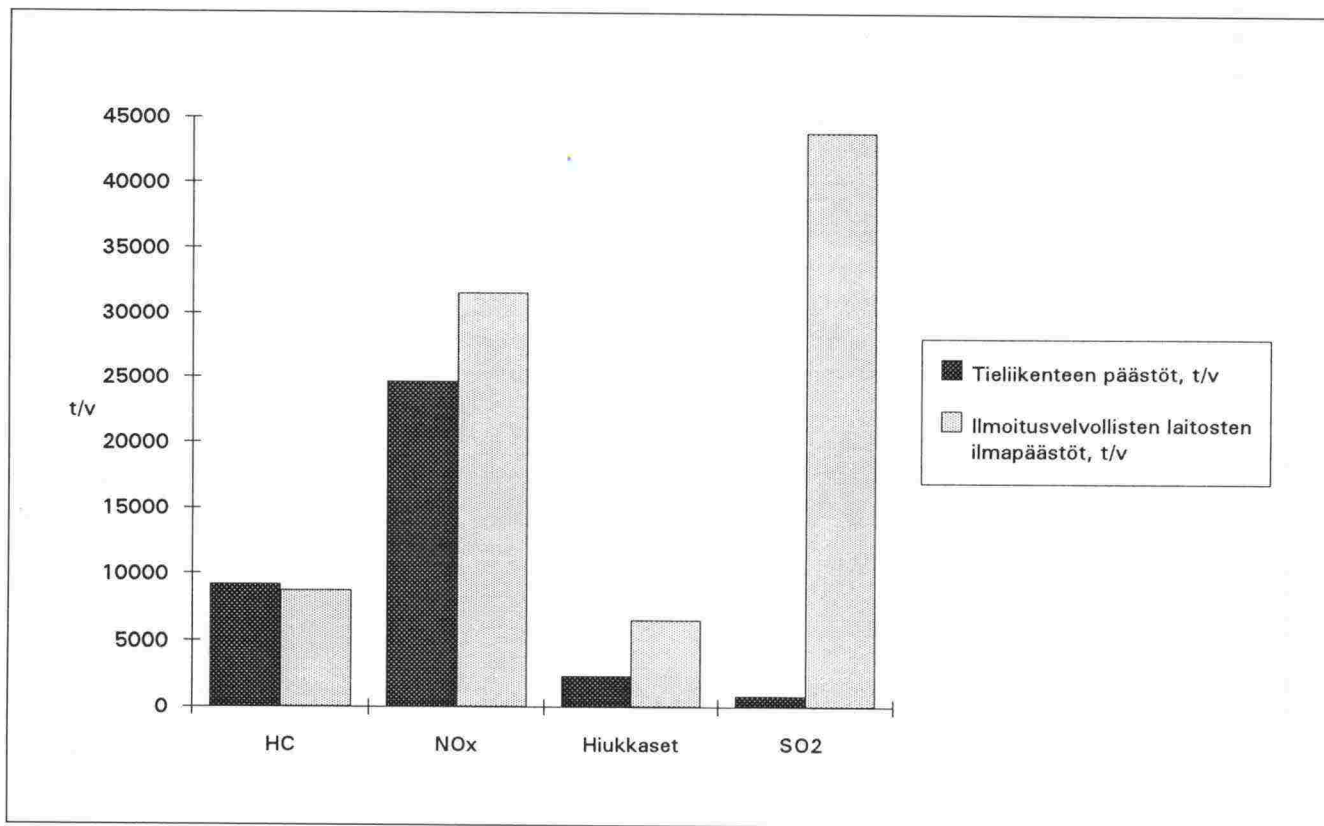
pienet verrattuina ilmoitusvelvollisten laitosten päästöihin (kuva 1).

Kunnittain jaoteltuna suurimmat ilmansuojeluilmoitusvelvollisten laitosten päästöt olivat Helsingissä, Porvoon maalaiskunnassa, Inkoossa, Espoossa ja Vantaalla. Päästömäärät olivat suuret myös Lohjan kunnassa sekä Hangossa (kuva 2). Pääkaupunkiseudun ja Inkoon (IVOn hiilivoimala) päästöt aiheutuvat pääasiassa energiantuotannosta. Porvoon maalaiskunnan päästöistä suurin osa tulee Neste Oy:n Porvoon tuotantolaitoksista. Hangon alueen suurimmat kuormittajat ovat Fundia Koverharin terästehdas ja Oy Visko Ab:n keinosuolitehdas. Lohjan kunnan kaksi suurinta päästölähdettä ovat Metsä-Serlan Kirkniemen paperitehdas ja Partek Sementti Oy:n Virkkalan sementtitehdas. /15, 16/

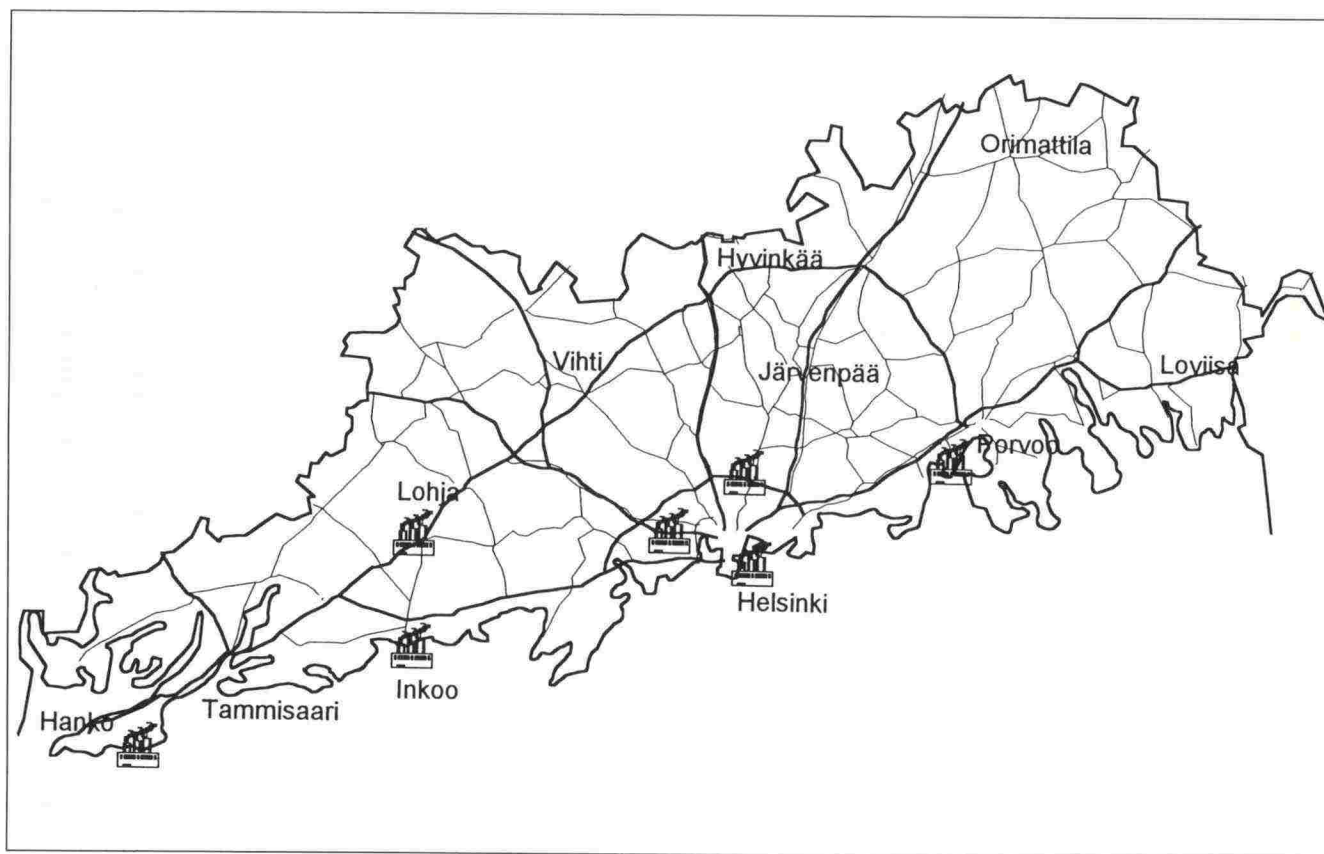
Taulukko 1. Vuosittaiset päästöt Suomessa 1980-luvun lopun tilanteessa ja tieliikenteen osuus päästöistä sekä Uudenmaan teollisuuden, energiantuotannon ja tieliikenteen päästöt vuonna 1991. /9, 47/

	Hiilimonoksidi (CO) t	Typen oksidit (NOx) t	Hiilivedyt (HC) t	Hiilidioksidi (CO ₂) 1000 t	Hiukkaset t	Rikkidioksidi (SO ₂) t	Lyijy (Pb) t
Energiantuotanto	110 000	95 000	35 000	41 000	60 000	142 000	21
Teollisuus	10 000	17 000	67 000	1 000	30 000	109 000	87
Työkoneet	32 000	41 000	11 500	2 100	3 500	2 700	10
Tieliikenne	359 000	125 000	41 700 ¹⁾	11 100	11 000	3 800	189
Rautatieliikenne	500	5 000	700	280	700	300	0
Laivaliikenne	300	5 900	300	300	200	2 500	0
Lentoliikenne	2 000	1 100	500	320	50	50	0
Yhteensä	513 800	290 000	156 700	56 100	105 450	260 350	307
Tieliikenteen osuus	70 %	43 %	27 %	20 %	10 %	1,5 %	62 %
Uusimaa (teollisuus, energiantuotanto ja tieliikenne)		56 100	17 800		8900	44 600	

1) Ajoneuvojen polttoaineista haihtuu hiilivetyjä ilmaan 26 000 t. Tieliikenteen osuus on tällöin 37%.



Kuva 1. Tieliikenteen ja ilmoitusvelvollisten laitosten ilmapäästöt Uudenmaan läänissä vuonna 1991. /15/



Kuva 2. Uudenmaan suurimmat kunnittaiset kuormittajat.

Energiantuotannon ja muun teollisuuden päästöt Uudellamaalla ovat viime vuosina jatkuvasti pienentyneet ja pienenevät myös tulevaisuudessa. Tieliikenteen päästöt rikkidioksidia ja lyijyä lu-
 kuunottamatta ovat sen sijaan kasvaneet vuo-

teen 1990 asti liikennemäärän kasvun myötä. Vuonna 1991 liikennemäärä kääntyi laskuun talo-
 udellisen laman vuoksi. Pakokaasumääräysten tiukentumisen seurauksena ajoneuvojen päästöt laskevat tulevaisuudessa.

1.2 Ilmanlaatu pitoisuustarkastelujen perusteella

**Pakokaasuissa esiintyvistä epäpuhtauksista ovat ilmanlaadun ohjearvoin säänneltyjä typpi-
 dioksidi ja hiilimonoksidi. Uudenmaan suurimmat typpidioksidi- ja hiilimonoksidipitoisuudet
 löytyvät Helsingistä katukuiluista, joissa ilmanvaihtuvuus on heikko. Typpidioksidipitoisuuden
 ohjearvoylityksiä ei ole mitattu, mutta hiilimonoksidipitoisuuden ohjearvo saattaa aika ajoin
 ylittyä. Yleisesti ottaen pitoisuudet ovat alenemassa, koska teollisuuden ja energiantuotanto-
 laitosten päästöt pienenevät koko ajan ja katalysaattoriautojen määrä kasvaa jatkuvasti. Tutkimuk-
 sissa on havaittu, että jatkuvassa altistuksessa myös ohjearvot alittavilla pitoisuuksilla on kas-
 villisuusvaikutuksia sekä terveydellistä merkitystä erityisesti lapsille.**

Valtioneuvosto on päätöksellään n:o 537/84 anta-
 nut ohjeet typpidioksidin ja hiilimonoksidin
 enimmäispitoisuuksista ilmassa (liite 1). Päätök-
 sen mukaan ilman **typpidioksidipitoisuus** ei saa
 ylittää $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vuorokausikeskiarvona ja 300
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ tuntikeskiarvona. **Hiilimonoksidin** keski-
 määräinen pitoisuus saa olla enintään $10 \text{ mg}/\text{m}^3$
 kahdeksan tunnin ja $30 \text{ mg}/\text{m}^3$ tunnin keskiarvona.

Ohjearvoja ollaan uudistamassa. Ehdotetut uu-
 det ohjearvot esitetään liitteessä 1.

Typpidioksidipitoisuuksia seurattiin vuonna 1990
 Uudellamaalla pääkaupunkiseudulla, Lohjalla,
 Porvoon seudulla, Inkoossa ja Hangossa. Pää-
 kaupunkiseudun mittausasemat edustivat kaupun-
 kikeskusta- ja esikaupunkioloja. Lohjan mittaus-
 asema edusti Lohjan kaupungin yleistä ilman-
 laatua, ja liikenteen päästöt olivat siellä merkittä-
 vin pitoisuuksiin vaikuttava tekijä. Porvoon seu-
 dulla, Inkoossa ja Hangossa seurattiin pääosin
 teollisuuden tai energiantuotannon päästöjen vai-
 kutuksia ilmanlaatuun. /1/

Ilmanlaadun mittauksissa on todettu, että typpi-
 monoksidin muuntumista haitalliseksi typpidioksi-
 diksi rajoittaa reaktiossa tarvittavan otsonin lop-
 puunkuluminen. Ilmiö on tyypillinen liikenneym-
 päristöille. Päästöjen vähentyminen ei siis ilmei-
 sesti tule parantamaan ilmanlaatua niin paljon
 kuin päästöjen vähentymisestä voisi päätellä, sil-
 lä vaikka typpimonoksidipäästöt pienenevät saat-
 tavat typpidioksidipitoisuudet pysyä ennallaan.

Yhteenveto typpidioksidipitoisuuksien mittaus-
 tuloksista vuodelta 1990 Uudenmaan läänin alu-
 eella on esitetty taulukossa 2. Vaihteluvälit ilmai-
 sevat pitoisuuksien vaihtelun asemittain ja kuu-
 kausittain. Taulukossa esitetyt pitoisuudet ovat
 suuntaa-antavia, eivätkä ole keskenään vertailu-
 kelpoisia, sillä mittausjaksojen ajankohdat vaihte-
 livat ja Hangossa käytetty mittausmenetelmä oli
 muista poikkeava.

YTV:n pääkaupunkiseudulla vuonna 1991 saamat
 tuntiohjearvoon verrannolliset typpidioksidipitoi-
 suudet vaihtelivat välillä $41\text{--}133 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (korkeim-

*Taulukko 2. Ohjearvoihin verrannolliset typpidioksidipitoisuudet ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Uudenmaan läänissä vuonna 1990 (su-
 luissa ohjearvo). /30,68/*

	Pääkaupun- kiseutu, Töölö	Pääkaupun- kiseutu, Tapiola	Porvoon seutu	Lohja	Inkoo	Hanko
tunti (300)	67...174	52...156	7...84	47...70	18...53	-
vuorokausi (150)	45...127	28...81	4...40	28...44	7...33	6...25

millaan 44 % ohjearvosta) ja vuorokausiohje-arvoon verrannolliset pitoisuudet välillä 15-101 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (korkeimmillaan 67 % ohjearvosta. Vastavat arvot vuonna 1992 olivat välillä 17-152 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (korkeimmillaan 51 % ohjearvosta) ja 9-99 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (korkeimmillaan 66 % ohjearvosta). /1, 2, 3/

Hiilimonoksidipitoisuuksien järjestelmällisiä mittauksia on tehty ainoastaan pääkaupunkiseudulla. Vuonna 1990 YTV:n suorittamien mittausten ohjearvoihin (10 mg/m^3) verrannolliset hiilimonoksidipitoisuudet olivat Töölössä ja Valli-

lassa 1-17 mg/m^3 (korkein kahdeksan tunnin liukuva keskiarvo). Kahdeksan tunnin keskiarvo oli siis korkeimmillaan 170 % ohjearvosta. Hiilimonoksidipitoisuudelle annettuja ohjearvoja ei vuonna 1991 ylitetty YTV:n pääkaupunkiseudun mittausasemilla. Vuonna 1992 suurin kahdeksan tunnin keskiarvo 7,9 mg/m^3 mitattiin Töölössä. Tämä on 79 % ohjearvosta. /1, 2, 3/

Yleisten teiden varsilla tehdyissä mittauksissa typpidioksidi- ja hiilimonoksidipitoisuudet ovat olleet alhaisempia kuin keskustoissa. /43/

1.3 Ilmanlaatu bioindikaattoriseurantojen perusteella

Uudenmaan laajimmat kasvillisuusvaurioalueet ovat pääkaupunkiseudulla, Lohjan ympäristössä ja Sköldvikin ympäristössä. Lisäksi on pienempiä vaurioalueita ympäri Uuttamaata lähinnä teollisuus- ja energiantuotantolaitosten läheisyydessä. Vaurioalueet ovat pysyneet suunnilleen muuttumattomina useita vuosia. Koska vauriot keskittyvät asutuskeskuksiin, ongelmaa on pidettävä suurena.

Vuosina 1988-1991 seurattiin ilmanlaatua bioindikaattorein koko Uudenmaan läänin alueella. Tehdyjen tutkimuksien tavoitteena on ollut ilman epäpuhtauksien aiheuttamien hitaiden muutosten seuranta ekosysteemeissä. Lisäksi on pyritty selvittämään metsien terveydentilaa ja ilman likaantumisen aiheuttamien vaurioiden biologisia vaikutuksia. Tutkimuksien vertailtavuus on heikko, koska niissä on käytetty erilaisia mittausten menetelmiä ja eri bioindikaattoreita. /1/

Bioindikaattoriseurannoissa tutkittavilla alueilla tehdään maastohavainnot ja otetaan erilaisia näytteitä. Yksittäiset havainnot tai analyysit eivät kerro ilman epäpuhtauksien yhteisvaikutuksesta koko ekosysteemiin. Tästä syystä kannattaa käyttää rinnakkain monta bioindikaattoritunnusta, jotka ovat toisistaan mahdollisimman riippumattomia ja antavat tietoa eri näkökulmista. Parhaita indikaattoreita ovat:

- havupuiden kunto,
- neulasten rikkipitoisuus,
- epifyyttijäkälien vauriot,
- sammalten raskasmetallipitoisuudet,
- humuskerroksen raskasmetallit ja
- humuskerroksen suhteellinen happamoituminen. /1, 26/

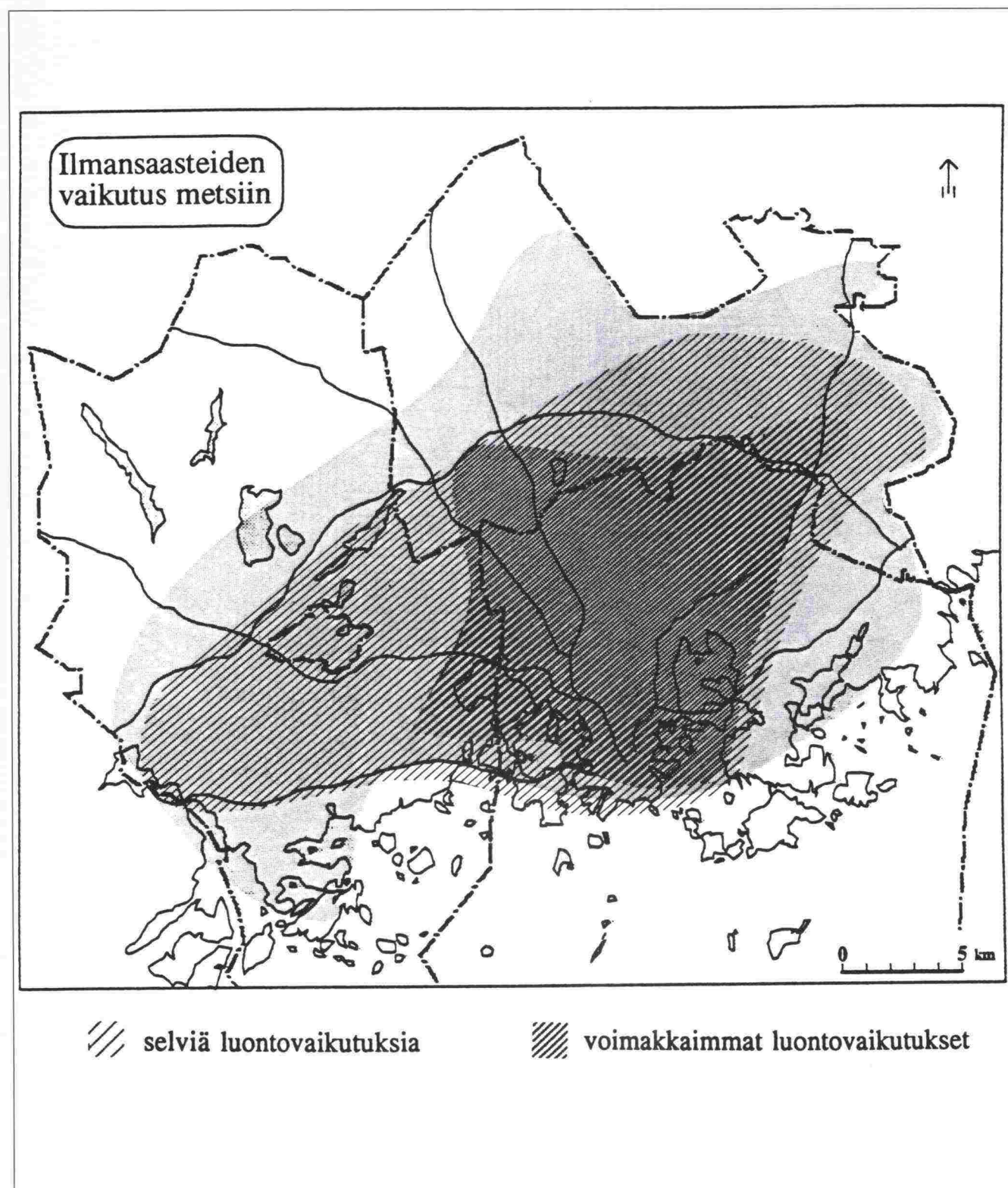
Pääkaupunkiseudulla vuonna 1991 tehty bioindikaattoriseuranta osoittaa, että ilmansaasteilla on selviä luontovaikutuksia, jotka keskittyvät keskustajaman alueelle, varsinkin Helsinkiin. Lukuisat, toisistaan riippumattomat, bioindikaattoritunnukset tukevat tätä päätelmää. Laajalla yhtenäisellä vyöhykkeellä Länsi-Espoosta Itä-Vantaalle luonnossa on selviä kuormituksen aiheuttamia vaurioita ja epäpuhtauskertymiä. Vyöhykkeen sisällä on painopistealue, jossa kuormitus on voimakkainta. Kuvion muoto on vallitsevan tuulen suuntainen ja se on säilynyt lähes samanlaisena neljän vuoden ajan (Kuva 3). /26/

Uudenmaan läänin muiden alueiden kuvaamiseksi tarkastellaan jäkälävauriovyöhykkeitä ja havupuiden neulaskatoa. Jäkälävauriovyöhykkeet ovat selvimmät pääkaupunkiseudulla pitkään jatkuneen ja huomattavan kuormituksen seurauksena. Myös Lohjan seudulla ja Sköldvikin ympäristössä on laajat vauriovyöhykkeet. Muualla Länsi-, Itä- ja Keski-Uudellamaalla on pienempiä vaikutusalueita taajamien keskustoissa sekä eräillä teollisuusalueilla. /1, 14/

Havupuiden neulaskato- eli harsuuntumisalueet eivät erotu niin selkeästi kuin jäkälävauriovyöhykkeet. Havupuiden vauriokartoituksessa erotuvat lähinnä voimakkaimmin saastuneet alueet. Toisaalta taas havupuut ovat paikoin harsuun-

tuneita myös ns. tausta-alueilla. Havupuu katso-
taan harsuuntuneeksi kun sen neulaskato on yli
20 %. Uudellamaalla on harsuuntuneita puita

eniten pääkaupunkiseudulla, jossa niiden määrä
on yli kaksinkertainen verrattuna koko maahan
(taulukko 3).



Kuva 3. Ilman saasteiden vaikutus metsiin pääkaupunkiseudulla vuonna 1991. Yhteenvetokartta, johon on koottu tutkimuk-
sen parhaat bioindikaattorit (havupuiden kunto, runkojäkälät, sammalten ja pintamaan raskasmetallisisältö, maaperän
happamoitumistunnukset ja neulasten rikki). /26/

Taulukko 3. Harsuuntuneiden puiden osuus Uudenmaan eri osissa ja koko maassa vuonna 1990. /1/

	Kuuset	Männyt
Pääkaupunkiseutu	90 %	56 %
Tuusula ja Järvenpää	85 %	85 %
Porvoon seutu	64 %	31 %
Koko maa	43 %	12 %

Menetelmän erojen ja subjektiivisuuden takia tulosten keskinäinen vertailu on vain suuntaa-antavaa.

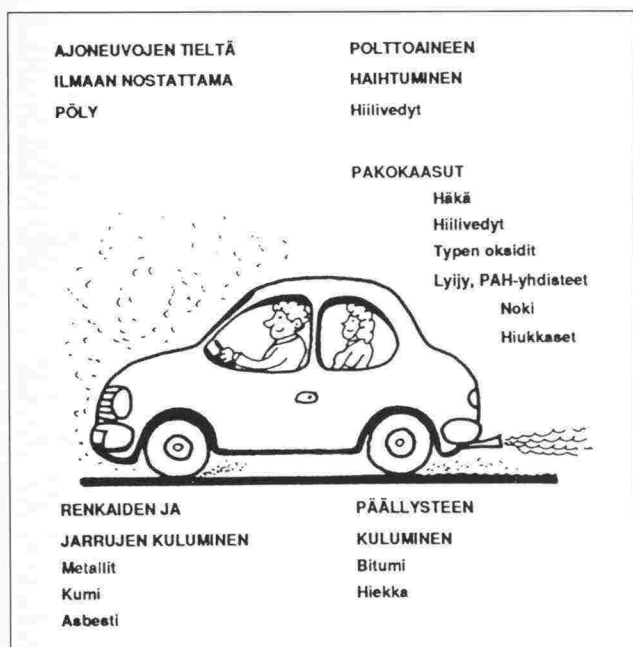
1.4 Kansainväliset ilmansuojelusopimukset

Suomi on sitoutunut toteuttamaan kasvihuonekaasujen ja happamoittavien päästöjen vähennystoimia kansainvälisten sitoumusten mukaisesti. Toimia edellyttävät kesällä 1992 Rio de Janeirosa järjestetyssä Yhdistyneiden kansakuntien Ympäristö- ja kehityskokouksessa allekirjoitetut asiakirjat. Niitä edellyttävät myös aiemmin Euroopan Talouskomission (ECE) jäsenmaiden allekirjoittamien epäpuhtauksien kaukokulkeutumisopimukseen liittyvien rikkiyhdisteiden, typen oksidien ja haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöjä rajoittavat pöytäkirjat. Liitteeseen 2 on kerätty kansainväliset ilmansuojelusopimukset.

/23/

2 AJONEUVOLIIKENTEEEN JA TIENPIDON PÄÄSTÖT

Ajoneuvoliikenteen aiheuttamat ilman epäpuhtaudet ovat polttoaineista syntyneitä palamistuotteita, palamatta haihtuvia polttoaineiden sisältämiä yhdisteitä, päällysteiden, renkaiden ja jarrujen kulumisen irrottamia aineita sekä ajoneuvojen tieltä ilmaan nostattamaa pölyä (Kuva 4). Lisäksi tienpidosta aiheutuu pölypäästöjä lähinnä hiekoituksen ja suolauksen seurauksena.



Kuva 4. Auton päästölähteet. /33/

2.1 Ajoneuvoliikenteen pakokaasupäästöt

Pakokaasuissa on mm. hiilimonoksidia (CO), hiilivetyjä (HC), typpioksidgeja (NOx), rikkioksidgeja (SOx), hiilidioksidia (CO₂), typpeä, happea, vesihöyryä, lyijyä ja hiukkasia. Yhden bensiinilitran palaessa syntyy noin 16 kg pakokaasuja, joista haitallisten yhdisteiden osuus on muutama kymmenen grammaa. Pakokaasupäästöillä tarkoitetaan näitä haitallisia yhdisteitä. Tässä selvityksessä pääpaino on hiilimonoksidin, hiilivetyjen ja tyypen oksidien päästöissä. /29, 33/

Ajotilanne

Ajoneuvojen päästöt vaihtelevat ajotilanteiden mukaan. Henkilöautojen ja raskaiden ajoneuvojen hiilivety- ja häkäpäästöt ovat pienimmillään

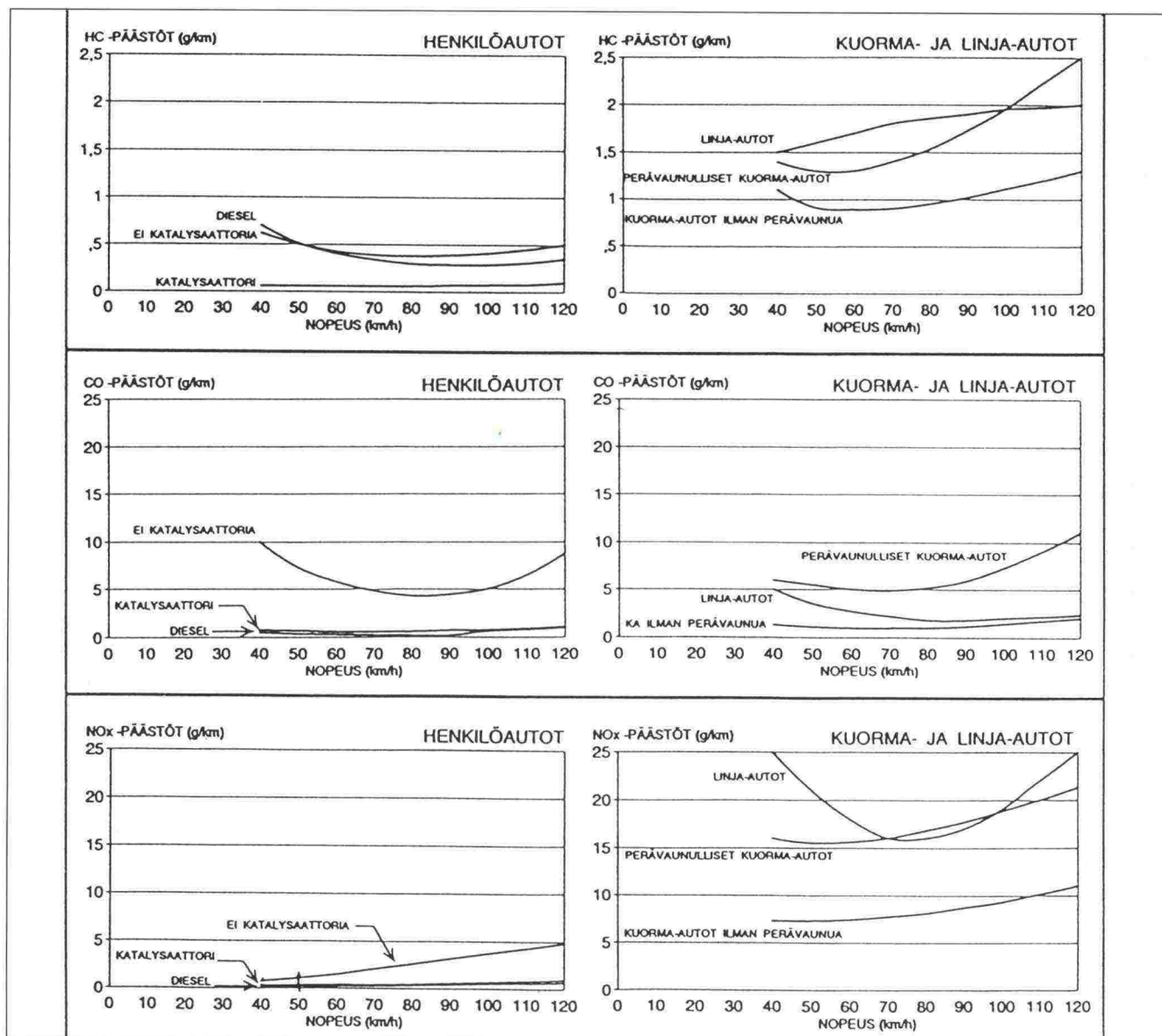
tasaisella ajonopeudella 70-90 km/h. Tyypen oksidien päästöt kasvavat selvästi nopeuden noustessa. Katalysaattorilla varustetun henkilöauton päästöjen riippuvaisuus ajonopeudesta on vähäisempi kuin vastaavan auton ilman katalysaattoria (kuva 5). /33/

Kuljettajan ajotottumukset sekä ruuhkautuneisuus vaikuttavat pakokaasupäästöjen suuruuteen. Polttoaineen kulutus ja päästöt ovat pienimmillään ajettaessa mahdollisimman tasaisella nopeudella välttämällä kiihdytyksiä ja pysähdyksiä. Tanskalaisen katalysaattorittomia henkilöautoja koskevan tutkimuksen mukaan CO- ja HC-päästöt ovat katuliikenteessä 65-70 % pienemmät kilometriä kohti tasaisella nopeudella kuin ruuhka-aikana ajettaessa. NOx päästöt ovat 35-40 % pienemmät vastaavassa tilanteessa. /24/

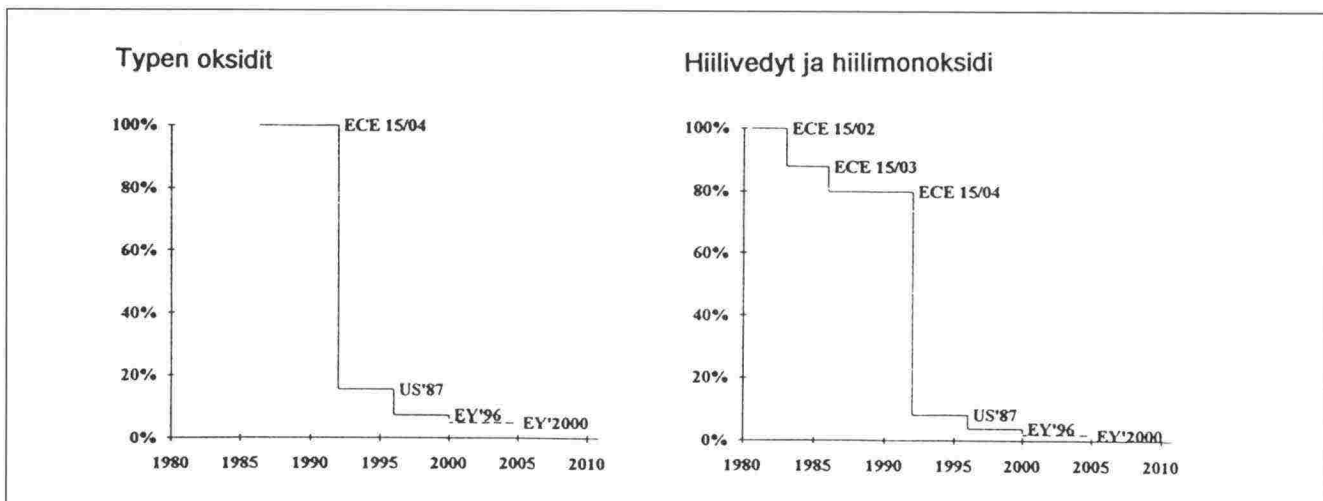
2.2 Pakokaasumääräykset

Henkilö- ja pakettiautoja koskevat määräykset

Suomessa on pakokaasurajoituksia tiukennettu asteittain eurooppalaisia normeja seuraten. Vuonna 1988 Suomi irrottautui henkilöautojen pakokaasupäästöjä koskevien normien osalta ECE- ja EU-kehityksestä ja liittyi USA/EFTA- rintamaan. Uusien henkilöautomallien osalta määräykset astuivat voimaan 1.1.1990 ja kaikkien rekisteröitävien henkilöautojen osalta 1.1.1992. Pakettiautoja koskevat määräykset astuivat voimaan 1.1.1993. Jatkossa siirrytään jälleen noudattamaan EU:n määräyksiä. Suomen tiukentuvien päästömääräysten kehitys esitetään kuvassa 6. /21, 22/



Kuva 5. Arviot henkilöautojen ja kuorma- ja linja-autojen päästöistä nopeuden suhteen maantieliikenteessä tasaisella ajonopeudella. /23/

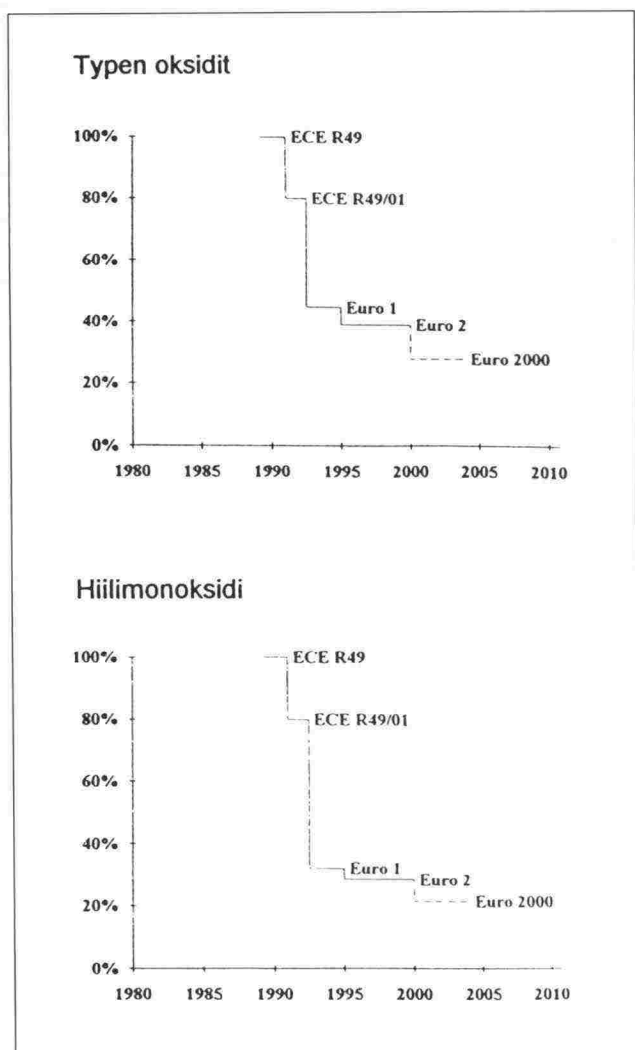


Kuva 6. Henkilöautojen tyypin oksidien, hiilivetyjen ja hiilimonoksidin päästömääräysten kehittyminen Suomessa. /23/

Raskaita dieselmootoreita koskevat määräykset

Raskaan dieselmääräyksen kaluston osalta kehitys on ollut hitaampaa kuin henkilöautoissa. Jo 1960-luvulta lähtien on Suomessa sovellettu savutusta koskevia kansainvälisiä normeja, mutta vasta vuoden 1989 alusta tulivat voimaan ECE-R49/01 -säännön mukaiset päästörajoitukset kaasumaisille päästöille. Lisäksi Euroopassa sovelletaan savutusta rajoittavaa ECE-R24/03 -sääntöä. /21, 22/

Vuoden 1991 lopulla Euroopan unioni julkaisi uuden raskaiden ajoneuvojen dieselmootoreita koskevan direktiivin. Suomi on sitoutunut noudattamaan näitä uusia raja-arvoja ja samassa voimaantuloaikataulussa kuin EU (kuva 7). /21/



Kuva 7. Raskaiden ajoneuvojen typen oksidien ja hiilimonoksidin päästömääräysten kehittyminen Suomessa. /23/

2.3 Ajoneuvoliikenteen ja tienpidon pölypäästöt

Uudenmaan tiepiiri käytti vuonna 1992 yleisten teiden liukkaudentorjuntaan hiekkaa 91 700 tonnia ja suolaa 35 900 tonnia. Suomessa arvioidaan autoliikenteen irrottavan asfaltoitujen teiden pinnasta hienojakoista materiaalia, pölyä, noin 300 000 tonnia vuodessa. Tämän lisäksi renkaista irtoaa 50 tonnia metallia ja seitsemän tonnia kova-metalleja. /9, 38, 42/

Nastarengasliikenne

Suomessa noin 97 % autoilijoista (henkilöautot) käyttää nastarenkaita. Nastarenkaiden aiheuttama asfaltin kulumisen on pienentynyt voimakkaasti viime vuosikymmenen aikana. Tähän ovat vaikuttaneet päällysteiden kulutuskestävyyden parantuminen ja nastarenkaiden kehitys (nastojen keventäminen ja määrien rajoittaminen). 1980-luvun alussa nastat kuluttivat asfalttia noin 30-40 g/km. Vuonna 1992 arvioitiin, että nastarenkailla varustettu henkilöauto irrottava 15-20 g/km pölyä asfaltoidusta tienpinnasta (2 kg/100 km). Lähtöleveysuudessa päällysteen kulumisen arvioidaan laskevan tasolle 5-10 g/km. Vastaavasti on odotettavissa, että arviolta 20-30 % autoilijoista siirtyy nastattomiin talvirenkaisiin ja tämä edelleen vähentää päällysteiden ja tien pintojen kulumista. /9, 28, 38/

Nastarengassäädökset 4.12.1992 alkaen:

- 1) Nastarenkaita saa käyttää 1.11. - 31.3. välisenä aikana tai muulloinkin, kun sää tai keli sitä edellyttää.
- 2) Nastojen lukumäärä tai ulkonema:
 - nastojen suurin sallittu lukumäärä on 13" renkaassa 90 kpl, 14-15" renkaassa 110 kpl ja tätä suuremmissa renkaissa 150 kpl.
 - uudessa nastarenkaassa tai kiinnitettyä käytettyyn renkaaseen uusia nastoja saa ulkonema olla enintään 1,2 mm. Käytetyssä nastarenkaassa saa nastan ulkonema olla enintään 2,0 mm.
- 3) Nastojen paino ja pistovoima:
 - henkilöauton renkaan nastan enimmäispaino on 1,1 g, kun nastan staattinen pistovoima on enintään 120 N ja 1,4 g, kun pistovoima on enintään 100 N.
 - kevyessä kuorma-auton renkaassa on nastan enimmäispaino 2,3 g ja pistovoima enintään 180 N sekä kuorma-auton renkaassa vastaavasti 3,0 g ja 340 N. /6, 7/

Päällystemateriaalien fyysiset ja mineralogiset ominaisuudet vaikuttavat voimakkaasti päällysteiden kulutuskestävyyteen. Kiviaineksen lujuus ja iskunkestävyys vaikuttavat hyvin paljon päällysteen kulumiseen. Tien pinnan kosteuden lisääntyminen kasvattaa kulumista. Kulumisen määrällä tai kostealla päällysteellä voi olla 2-6 kertaa suurempaa kuin kuivalla päällysteellä. Tien suolaus kasvattaa kulumista, koska suolan vaikutuksesta tie pysyy pitempään kosteana. Tien pinnalla oleva jää- tai lumikerros sen sijaan vähentää tien kulumista ja pölyämistä. /9/

Suurin osa tien vuosittaisesta kulumisesta aiheutuu nastarengasliikenteestä. Päällysteen kulumisen kasvaa nopeuden, akselipainon ja rengaspaineen kasvaessa. /9/

Hiekoitushiekka ja suola

Uudenmaan yleisten teiden liukkauden torjuntaan käytetään suolaa, suolahiekkaseosta ja hiekkaa. Valtateilla käytetään lähes pelkästään suolaa. Poikkeuksena ovat rampit ja liittymät, joissa käytetään myös suolahiekkaseosta. Kantateilla käytetään pääasiassa suolaa, mutta kovilla pakkasilla käytetään suolahiekkaseosta, jota käytetään myös rampeissa ja liittymissä. Seudullisilla teillä pyritään käyttämään suolahiekkaseosta, mutta syksyisin ja keväisin mustan jään esiintymisaikoina käytetään suolaa. Kokooja- ja yhdysteillä käytetään pelkästään suolahiekkaseosta tai hiekkaa. Kaikkien tieluokkien teillä, joilla on valo-ohjaus, käytetään suolahiekkaa. /11/

Yleisillä teillä käytettävä hiekoitushiekka sisältää hienojakoista ainesta. Suurin osa hiekoitushiekasta lentää tien sivuun liikenteen vaikutuksesta, mutta hienoainesta muodostuu jonkin verran lisää liukkaudenestoon käytetyn hiekan jauhautuessa renkaiden alla. Samalla siihen sekoittuu renkaiden irrottamaa asfalttia tien pinnasta ja tien pinnalle laskeutunutta pölyä. /38, 40/

Pölyn muodostuminen ja leviäminen

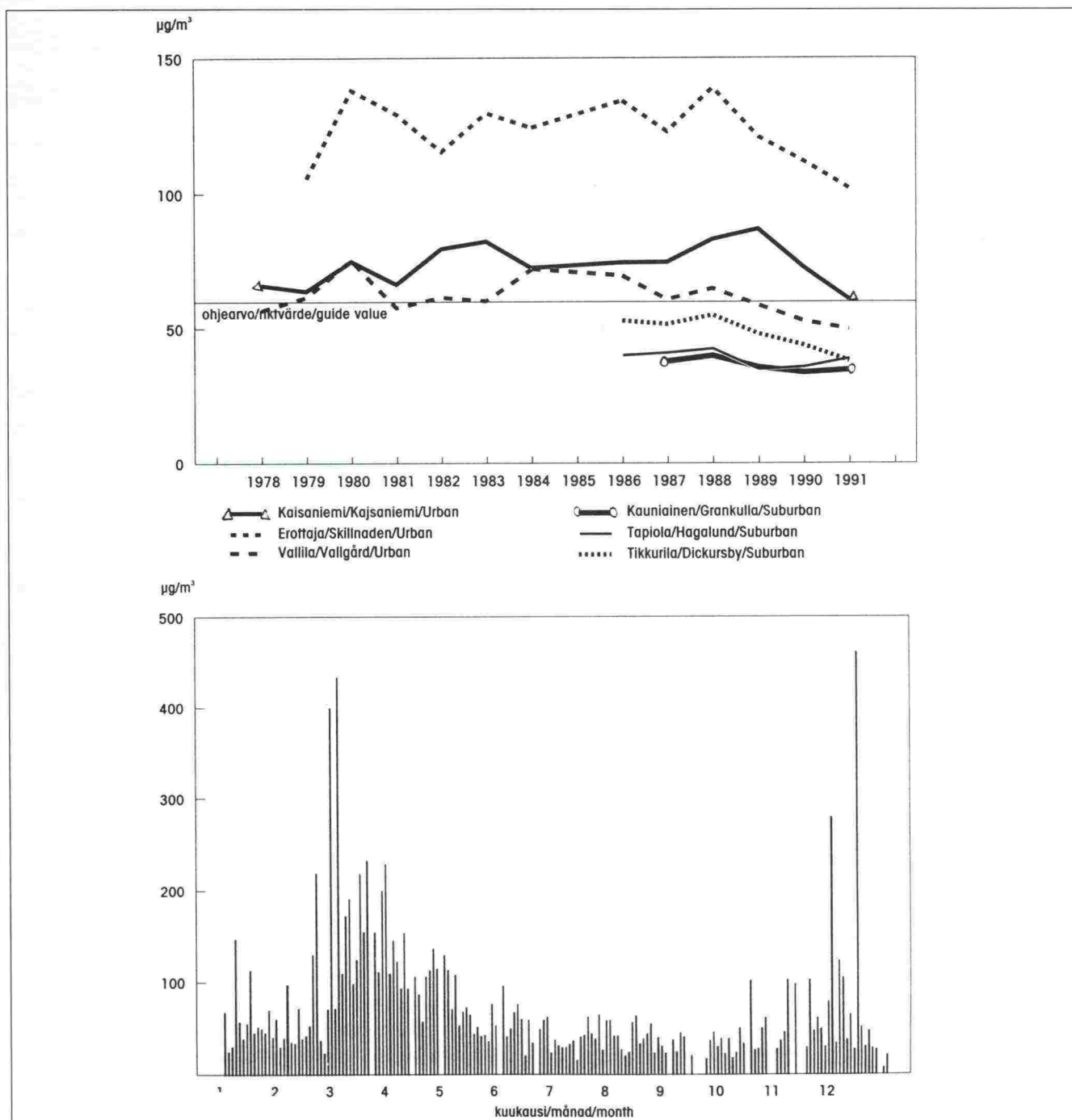
Tieliikenteen aiheuttaman leijuvan pölyn muodostuminen vaihtelee ajoradan ominaisuuksien, vuo-denajan, säätilan, tuuliolosuhteiden, ajonopeuden ja liikenteen rakenteen mukaan. Päällysteestä irtoava pöly on päällystemassaa, jossa on keskimäärin noin 94 % kiviainesta ja noin 5-6 % bitumia. Lisäksi pölyssä on pieniä määriä polttoaineiden palamisjäännöksiä, voiteluaineita, kumia sekä metallia. /38/

Tieliikenteen aiheuttaman leijuvan pölyn suurimmat pitoisuudet ovat keväällä, erityisesti huhtikuussa. Talven nastakulutuksen jälkeen tien kuivuu pöly vapautuu ja leviää ilmaan ja ympäristöön. Toinen pienempi pitoisuushuippu on loppusyksyllä marras-joulukuussa kuivien pakkassäiden ja hiekoituksen aloittamisen vaikutuksesta (kuva 8). /38/

Rakennetussa ympäristössä korkeat rakennukset muodostavat kuiluja, joissa päästöjen laimenneminen on vähäistä. Liikenneväylien läheisyydessä voi siten esiintyä huomattavia määriä mm. raskasmetalleja ja pölyyn sitoutuneita ajoneuvojen pako-kaasujen sisältämiä muita epäpuhtauksia. /38/

2.4 Tienrakentamisesta aiheutuvat päästöt

Teiden rakentaminen muuttaa maankamaraa. Maa-ainesten otto, leikkaukset ja pengerrykset muuttavat maaston korkokuvaa ja maisemaa. Tienrakentaminen aiheuttaa myös ilmapäästöjä. Työkoneet saastuttavat ilmaa ja bitumituotteista ja tiemerkinämaaleista haihtuu ilmaan yhdisteitä. Lisäksi teiden rakentamisesta aiheutuu pölypäästöjä asfalttiasemilta ja kivenmurskaamoilta sekä rakennettavalta tielinjalta. Asfalttiasemien ja kivenmurskaamojen pöly- ja melupäästöjä käsitellään erillisessä julkaisussa.



Kuva 8. Kokonaisleijuman pitoisuuden kehitys vuosikeskiarvoina Helsingin keskustan ja esikaupunkialueiden mittaus-
asemilla vuosina 1978-1991 (ylempi kuva) ja kokonaisleijuman pitoisuudet vuorokausikeskiarvoina Helsingin Kaisanie-
messä vuonna 1990 (alempi kuva) . /48/

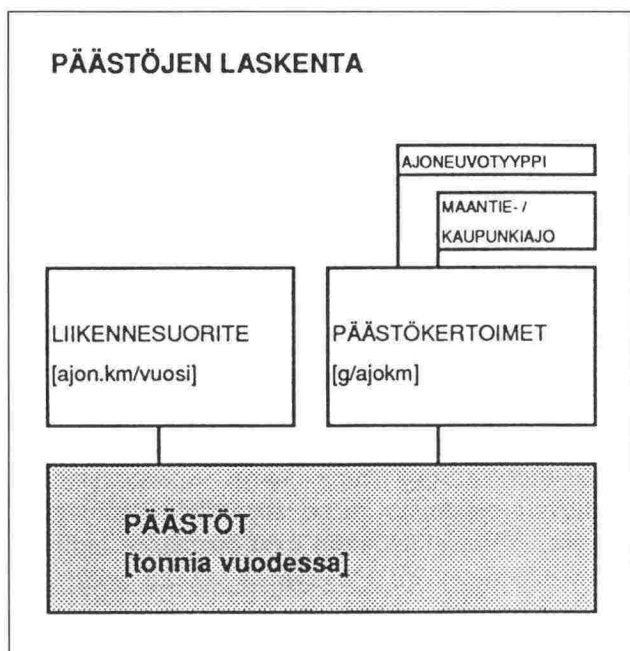
3 PAKOKAASUPÄÄSTÖLASKENNAT

Pitoisuus- ja päästöselvityksiä tarvitaan, kun halutaan arvioida eri päästölähteitä ympäristön kuormittajina. Päästöjä lasketaan valtakunnallisesti, lääneittäin, kunnittain ja tiekohtaisesti. Tieliikenteen päästöt riippuvat monesta tekijästä ja ovat vaikeammin laskettavissa kuin esimerkiksi teollisuuden ja energiantuotannon päästöt. Lisäksi eri menetelmien lähtövaatimukset vaihtelevat ja näin päästöarviot eroavat toisistaan. Päästötiedot ovat aina laskennallisia arvioita, eikä todellisia päästöjä tiellä pystytä mittaamaan.

Päästöt tiekilometriä kohden kuvaavat sitä päästömäärää, joka vuoden aikana tulee pakoputkista ilmaan. Pitoisuuteen väylän läheisyydessä vaikuttavat päästömäärien lisäksi taustapitoisuus, sääolot, leviämisolot ja päästöjen mahdollisuus sekoittua puhtaampaan ilmaan. Myös vuodenajat vaikuttavat taustapitoisuuksiin. Esimerkiksi talvella typpidioksidipitoisuudet ovat korkeammat, koska energiantuotannon päästöt vaikuttavat pitoisuuksiin.

3.1 Päästöjen laskenta

Päästöt lasketaan liikennesuoritteen ja ominaispäästökertoimien avulla. Päästöjen laskemiseksi on kehitetty useita ohjelmistoja. Tässä selvityksessä on päästölaskennat tehty LIISA-tietojärjestelmällä ja KEHAR-ohjelmistolla. Muista laskentaohjelmista voidaan mainita EMMA-, IVAR- ja SATURN-ohjelmistot. Kuva 9 havainnollistaa päästöjen laskentaprosessia.



Kuva 9. Päästöjen laskenta. /33/

LIISA-tietojärjestelmä

LIISA on Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen kehittämä pakokaasupäästöjen tietojärjestelmä. Alueelliset päästöt lasketaan yleensä LIISA-ohjelmalla. Lähtötietoina ovat eri ajoneuvotyyppien määrä ja niiden suoritteet. Liikennesuorite on jaettu eri tyyppisille väylille, joita ovat kadut (pääkadut, keskusta ja esikaupunki), päätiet ja muut yleiset tiet. Katujen suorite on tielaitoksen arvio ja yleisten teiden suorite on saatu tielaitoksen tierekisteristä. Tarkasteltavat päästöt ovat typen oksidit, hiilimonoksidi, hiilivedyt ja hiukkaset. Lisäksi polttoaineen myynnin perusteella saadaan tieliikenteen lyijy-, rikkidioksidi- ja hiilidioksidi-päästöt. /25, 36/

Ajoneuvotyyppeinä ovat henkilöautot, sekä katalysaattorilla että ilman, pakettiautot, linja-autot, kuorma-autot ja perävaunulliset kuorma-autot. Lisäksi otetaan huomioon autojen päästömääräyksen kehittyminen, autojen vuosimallit ja moottorin tilavuus. Kylmäkäynnistykset ja joutokäynti ovat myös päästöjen laskennassa mukana. /25, 36/

KEHAR-ohjelma

KEHAR on tielaitoksen kehittämä pääteiden kehittämisen arviointiohjelmisto. Tiekohtaisten päästöjen laskentaan käytetään yleensä KEHAR-ohjelmaa. Päästölajeina ovat typen oksidit, hiilimonoksidi, hiilivedyt, hiukkaset ja hiilidioksidi. Ohjelman tietokantaan sisältyvät valta-, kanta-, seutu- ja kokoojatiet. /30, 36/

Laskettaessa päästöjä KEHAR-ohjelmalla käytetään hyväksi ohjelman nopeus-, palvelutaso- ja polttoaineenkulutusmalleja. Ohjelman polttoaineenkulutusmallin avulla lasketaan hiilidioksidipäästöt. /30, 36/

KEHAR-ohjelmassa ominaispäästöt arvioidaan erikseen kevyille (henkilö- ja pakettiautot) ajoneuvoille ja raskaille (linja- ja kuorma-autot) ajoneuvoille sekä vastaavasti tiukemmat päästömääräykset täyttävälle ajoneuvoille. Päästöjä rajoittavien laitteistojen yleistymisen on määriteltävä erikseen kevyille ja raskaille ajoneuvoille. Eri vuosille on määriteltävä se osuus suoritteesta, joka ajetaan vähäpäästöisillä ajoneuvoilla. /30, 36/

3.2 Pitoisuuksien laskenta

Pitoisuuksia voidaan selvittää mittaamalla tai laskemalla leviämisen ja laskentamalleilla. Kuva 10 havainnollistaa pitoisuuksien laskentaa.

Leviämisen ja laskentamallit

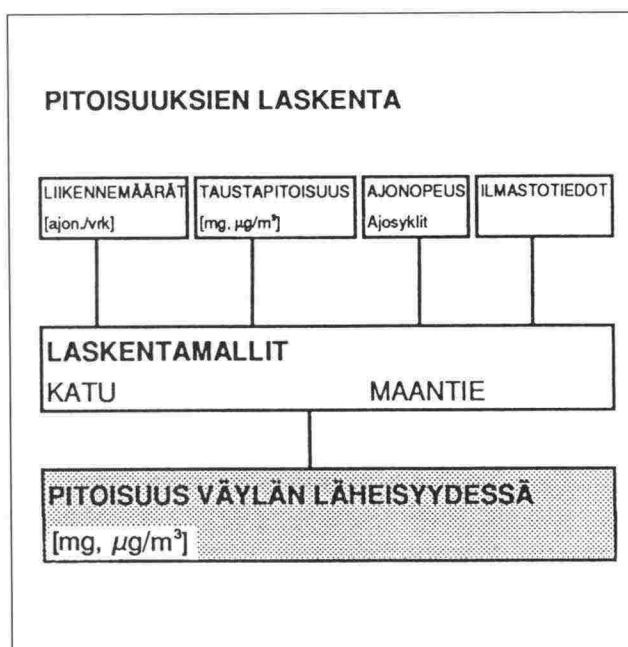
Pakokaasupäästöjen leviämismalleilla arvioidaan laskennallisesti liikenteen aiheuttamia epäpuh-
tauspitoisuuksia halutuissa pisteissä. Laskentamalleja on kehitetty erikseen kaduille ja maanteille. /13, 17, 33/

Vuonna 1989 kehitettiin Ruotsissa yksinkertainen laskentamenetelmä häkä- ja typpidioksidipitoisuuksien laskemiseen maanteiden varrella taajamien ulkopuolella. Ruotsalaiseen menetelmään on Suomessa tehty muutama tarkennus. /33/

Laskentamenetelmällä lasketaan pitoisuudet halutulla etäisyydellä tien keskipisteestä suurimman

etäisyyden ollessa kuitenkin 300 metriä. Tie oletetaan suoraksi ja olevan maanpinnan tasossa. Menetelmällä arvioidaan pitoisuudet kaikkein epäsuotuisimmassa tuulensuunnassa ja tuulen nopeuden ollessa alhainen. Tulokset kuvaavat tilannetta 2-3 metriä maanpinnan yläpuolella. Rakenusten, maastoesteiden ja kasvillisuuden vaikutusta pitoisuuksiin ei laskentamallissa oteta huomioon. /33/

Lähtötietoina pitoisuuksien laskemiseen tarvitaan keskimääräinen vuorokausiliikenne, raskaan liikenteen osuus, nopeusrajoitus ja tarkastelupisteen etäisyys tien keskipisteestä. Typpidioksidipitoisuuden mitoittavana liikennemääränä käytetään huipputunnin liikennettä ja hiilimonoksidille kahdeksan tunnin liikennemäärien keskiarvoa. Laskentamenetelmässä otetaan huomioon myös taustapitoisuus. Arviointilomakkeissa on ilmoitettu likimääräiset taustapitoisuusarvot hiilimonoksidille ja typpidioksidille. Jos on käytettävissä mittaus-
tuloksia ilmanlaadusta alueella, on parempi käyttää näitä arvoja taustapitoisuutena. Liitteessä 3 ovat nomogrammimallin laskentalomakkeet. /33/



Kuva 10. Pitoisuuksien laskenta. /33/

3.3 Aineisto ja menetelmät

Tutkimuksen kohteena ovat Uudenmaan läänin yleiset tiet, joita on yhteensä 5092 km. Pääpaino on valta- ja kantateilla (722 km), koska niillä liikennemäärät ja siitä syystä myös päästöt ovat suurimmat. Lisäksi tarkastellaan Uudenmaan tie-liikennepäästöjä kokonaisuutena. Päästöjen tarkastelu on jaettu neljään osaan: pakokaasupäästöjen kehitykseen, alueellisiin päästöihin (pakokaasupäästöt Uudellamaalla), tieosakohtaisiin päästöihin ja pitoisuustarkasteluihin.

Pakokaasupäästöjen kehitys Uudellamaalla ja alueellinen tarkastelu on tehty LIISA-tietojärjestelmän versiolla 2.2, jossa on vuoden 1991 liikenne-suorite ja vuosien 1992-2012 tielaitoksen ennuste (tie- ja vesirakennushallituksen liikenne- ja autokantaennuste 1989-2010, jota on jälkeensä tarkistettu katuojen suorituksen osalta) suorituksen kehittymisestä. Tielaitoksen tekemä liikenne-ennuste vuosille 1992-2012 on ollut vuosien 1992 ja 1993 osalta liian suuri. Toisaalta uusia katalysaattoriautoja ei ole myyty niin paljon kuin ennusteissa on oletettu. Kun näiden seikkojen yhteisvaikutus otetaan huomioon, LIISA-tietojärjestelmä antaa ainakin vuosien 1992 ja 1993 tuloksiksi liian suuret päästömäärät. /25, 36/

Tieosakohtaisten päästöjen tarkastelut on tehty KEHAR-ohjelmistolla (versio 2.2). KEHAR-ohjelmistolla on laskettu kaikkien Uudenmaan yleisten teiden (valta- ja kantatiet, seudulliset tiet ja koko-ojatiet) pakokaasupäästöt. KEHAR-ohjelmiston taustalla on tie- ja vesirakennushallituksen liikenne- ja autokantaennusteen 1989-2010 tarkistettu versio vuodelta 1992, jonka antamat liikennemäärät ovat liian suuria. Vaikka otetaan huomioon, että katalysaattoriautojen myynti ei ole ollut niin nopeaa kuin arvioitiin, KEHARin antamat päästötulokset ovat liian suuria ainakin vuosien 1992 ja 1993 osalta. /36/

Pitoisuustarkasteluihin valittiin maanteille kehitetty laskentamalli. Tarkastelun kohteena olivat tieosat, joilla pitoisuudet mahdollisesti aiheuttaisivat ongelmia. Tarkasteltavilla tieosilla on KVL yli 20 000 ja niiden ympäristössä on maankäyttöä. Tierekisterin tietojen perusteella ehdot täyttäviä teitä on 140,5 km. Näiden tieosien ympäristöissä olevia pitoisuuksia arvioitiin.

Tarkat pitoisuuslaskennat tehtiin tieosille, joilla CO-pitoisuus oli arvioiden mukaan yli 4,5 mg/m³ ja NO₂-pitoisuus yli 110 µg/m³. Näin saatiin tarkemmin tutkittavat tieosat rajattua CO:n osalta 41,5 km:iin ja NO₂:n osalta 67,5 km:iin. Laskennat on tehty 20 metrin etäisyydellä tien keskiviivasta ja tarkasteluajankohta on kesä 1993.

4 PAKOKAASUPÄÄSTÖLASKENTOJEN TULOKSET

Kaikki muut Uudenmaan tieliikenteen päästöt vähenevät tulevaisuudessa ajoneuvotekniikan kehittymisen seurauksena paitsi hiilidioksidipäästöt. Hiilivetyjen, hiilimonoksidin ja typen oksidien päästöt vähenevät noin puoleen vuoden 1991 tilanteesta vuoteen 2010 mennessä. Lyijypäästöjen arvioidaan loppuvan kokonaan vuonna 1997. Hiilidioksidipäästöt sen sijaan kasvavat yli 40 % vuoteen 2010 mennessä. Katalyysaattorit eivät vähennä hiilidioksidipäästöjä, päin vastoin ne lisäävät hieman polttoaineen kulutusta.

Suurimmat yleisten teiden päästömäärät (tonnia/km) Uudellamaalla keskittyvät luonnollisesti pääkaupunkiseudun ympärille, Kehä I:lle, Kehä III:lle ja isoimmille sisääntuloväylille.

Uudenmaan yleisten teiden suurin hiilimonoksidin kahdeksan tunnin pitoisuus on 69 % ohjearvosta ja suurin typpidioksidin tuntipitoisuus on 56 % ohjearvosta. Hiilimonoksidin laskennalliset arvot ovat siis lähempänä valtioneuvoston antamia ohjearvoja kuin typpidioksidin. Tilanne muuttuu, jos ehdotetut uudet ohjearvot tulevat voimaan (liite 1). Tällöin typpidioksidin laskennalliset pitoisuudet ovat huomattavasti lähempänä ohjearvoja kuin hiilimonoksidin. Ehdotettujen uusien ohjearvojen tultua voimaan eivät hiilimonoksidipitoisuudet yleisillä teillä ylity. Typpidioksidipitoisuudet saattavat aivan tien vieressä ylittyä, mutta alueilla joilla on asutusta ei ohjearvojen ylityksiä todennäköisesti tule.

4.1 Pakokaasupäästöjen kehitys

Pakokaasupäästöt lisääntyivät selvästi 1980-luvulla. Uudellamaalla yleisten teiden liikennesuorite kasvoi muuta maata nopeammin. Liikennemäärät kasvoivat Uudellamaalla 3-9 % vuosittain, kun muualla Suomessa kasvu oli 1,5-7 % vuodessa. Uudellamaalla liikennesuorite kasvoi 1980-luvulla yhteensä 68,6 %. Vuosina 1991 ja 1992 on liikennesuorite hieman alentunut. Uudenmaan tieliikenteen suorite kasvaa LIISA-tietojärjestelmän ennusteen mukaan 46 % vuodesta 1991 vuoteen 2010.

Tieliikenteen päästöt olivat huipussaan vuonna 1990. Tämän jälkeen katalyysaattoriautojen määrä on lisääntynyt ja sen seurauksena päästöt ovat vähentyneet. Nykyisen autokannan on arvioitu uusiutuneen vuoteen 2010 mennessä. Tämä kehitys vähentää hiilivetyjen, hiilimonoksidin ja

typen oksidien päästöjä noin puoleen vuoden 1991 tilanteesta vuoteen 2010 mennessä. Bensiinin lyijypitoisuuden lasku ja lyijyttömän bensiinin käyttö ovat vähentäneet lyijypäästöjä jo 1980-luvulla. Tieliikenteen lyijypäästöjen on arvioitu loppuvan kokonaan vuoteen 1997 mennessä. Rikkidioksidipäästöt ovat myös vähentyneet bensiinin ja dieselöljyn rikkipitoisuuden laskun seurauksena. Hiilidioksidipäästöt sen sijaan kasvavat yli 40 % vuoteen 2010 mennessä (kuva 11).

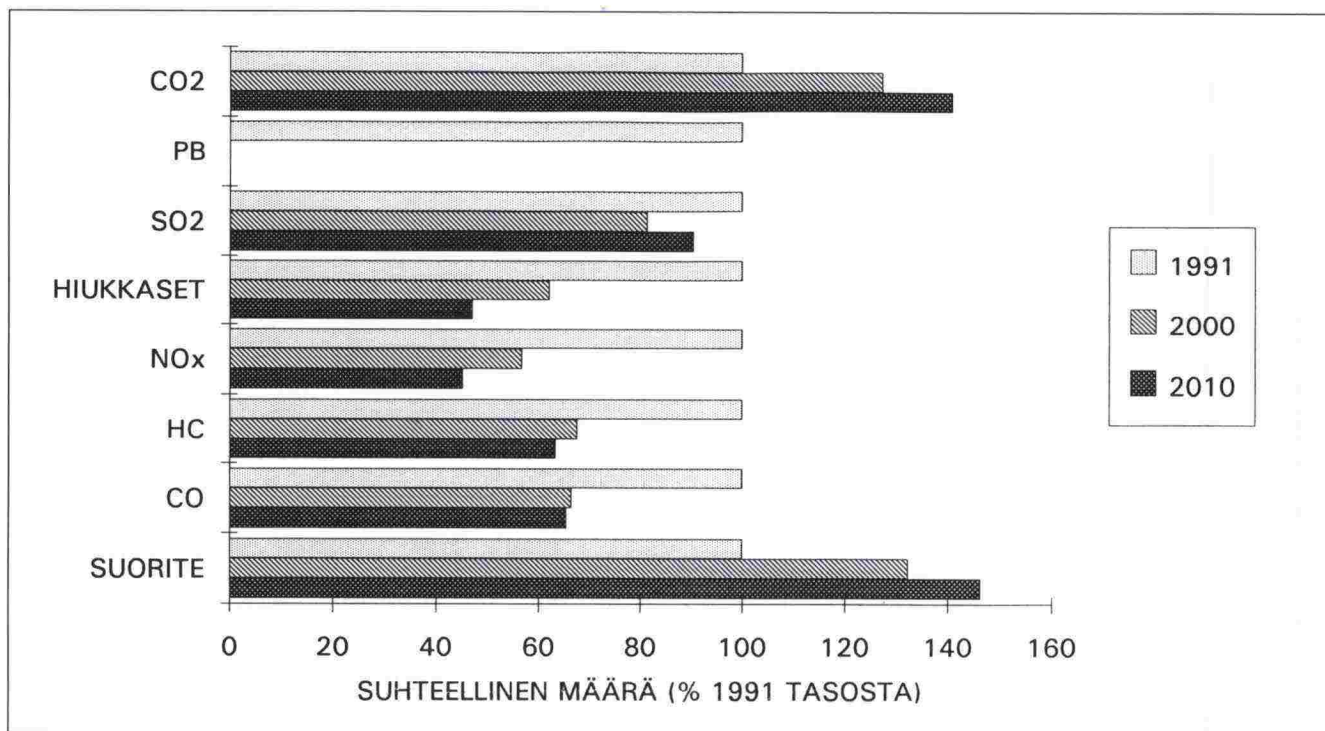
4.2 Pakokaasupäästöt Uudellamaalla vuonna 1991

Taulukossa 4 on LIISA-ohjelmalla lasketut Uudenmaan tieliikennepäästöt vuonna 1991.

Helsingin kaupungin energiantuotantolaitosten (HKE) typenoksidien päästöt vuonna 1991 olivat

Taulukko 4. Uudenmaan tieliikennepäästöt päästölajeittain vuosina 1991, 2000 ja 2010 LIISA-ohjelmalla laskettuna.

Tarkasteluvuosi	Hiilimonoksidi (CO), t/v	Hiilivedyt (HC), t/v	Typen oksidit (NOx), t/v	Hiukaset, t/v	Rikkidioksidi (SO ₂), t/v	Lyijy (Pb), t/v	Hiilidioksidi (CO ₂), 1000 t/v	Liikennesuorite, milj. autokm/v
1991	74 200	9 100	24 600	2 400	800	40	2 400	8 700
2000	49 300	6 200	14 000	1 500	700	0	3 000	11 500
2010	48 600	5 800	11 100	1 100	700	0	3 300	12 700



Kuva 11. Tieliikenteen suoritteiden ja päästöjen kehittyminen Uudellamaalla LIISA-ohjelmalla laskettuina.

noin puolet (12 320 t) ja hiukkaspäästöt 60 % (1 482 t) Uudenmaan tieliikenteen päästöistä. HKE:n hiilidioksidipäästöt olivat puolitoistakertaiset (3 484 000 t) ja rikkidioksidipäästöt yli kymmenkertaiset (13 290 t) verrattuna Uudenmaan tieliikennepäästöihin. /2/

Uudenmaan osuus lähes neljännes Suomen tieliikennepäästöistä

Uudenmaan osuus (20-25 %) koko Suomen tieliikennepäästöistä vaihtelee päästölajeittain (kuva 12). Suomen päästöistä puuttuvat Ahvenanmaan päästöt. Uudenmaan liikennesuorite on 22,9 % koko maan liikennesuoritteesta.

Henkilöautoliikenne saastuttaa eniten

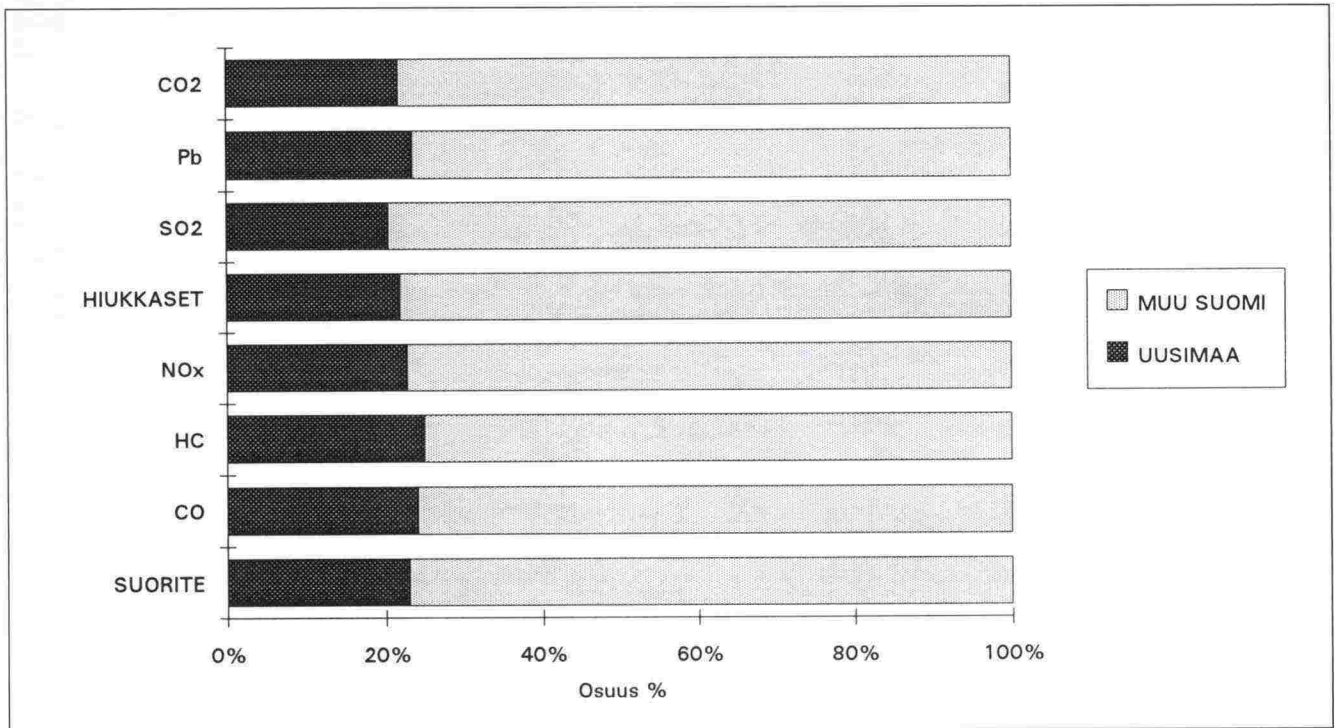
Henkilöautojen osuus liikennesuoritteesta on yli 80 %. Tieliikenteen päästöistä suurin osa on peräisin henkilöautoista. Lyijypäästöt ovat kokonaisuudessaan henkilö- ja pakettiautoista. Häkäpäästöistä lähes 90 % ja hiilivety- ja hiilidioksidipäästöistä noin 70 % on henkilöautoliikenteestä. Typen oksidien, rikkidioksidin ja hiukkasten päästöissä raskaiden ajoneuvojen osuus on merkittävä (Kuva 13).

Yleisiltä teiltä suurin osa Uudenmaan tieliikennepäästöistä

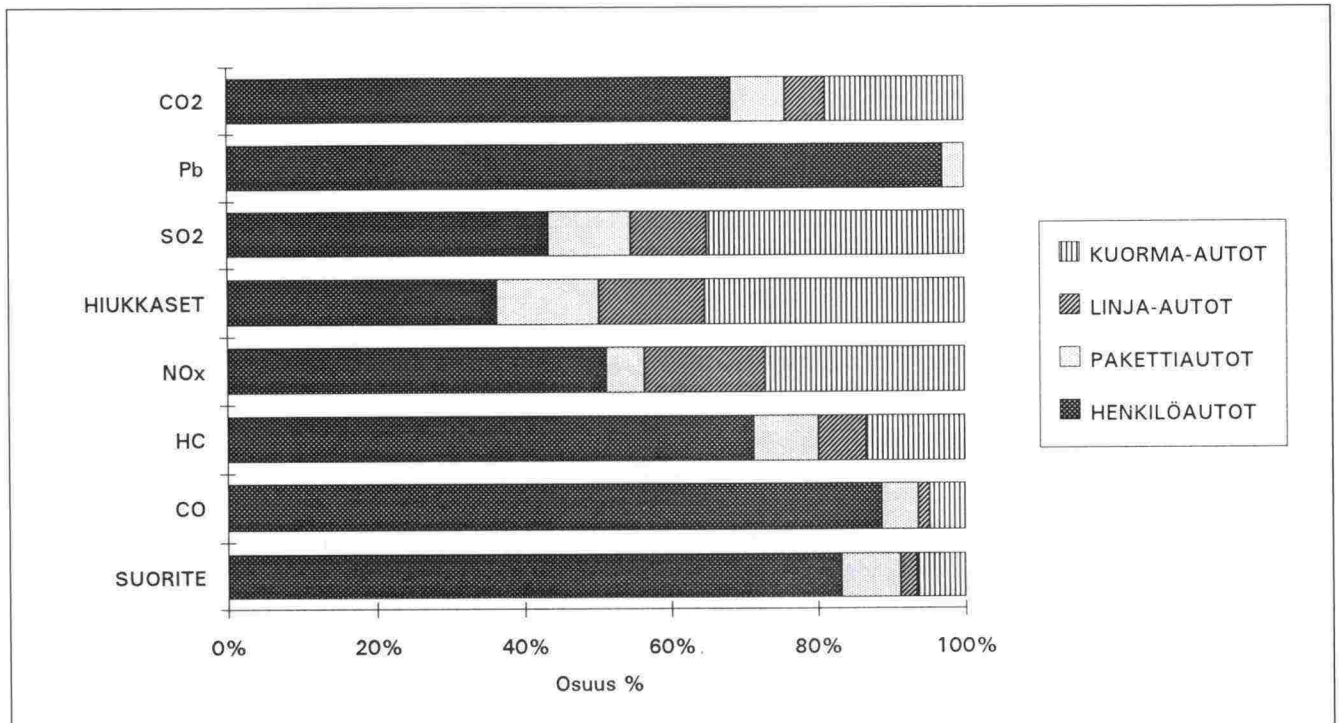
Yleisten teiden liikennesuorite on yli 60 % Uudenmaan liikennesuoritteesta. Yleisten teiden osuus tieliikenteen hiilidioksidin, lyijyn, rikkidioksidin, hiukkasten ja typen oksidien päästöistä on noin kaksi kolmasosaa. Pääteiden, joihin kuuluvat valta- ja kantatiet, osuus yleisten teiden päästöistä on hieman yli puolet. Hiilivety- ja häkäpäästöistä tulee yli 60 % kaduilta (Kuva 14).

Pääkaupunkiseudulta yli puolet Uudenmaan tieliikennepäästöistä

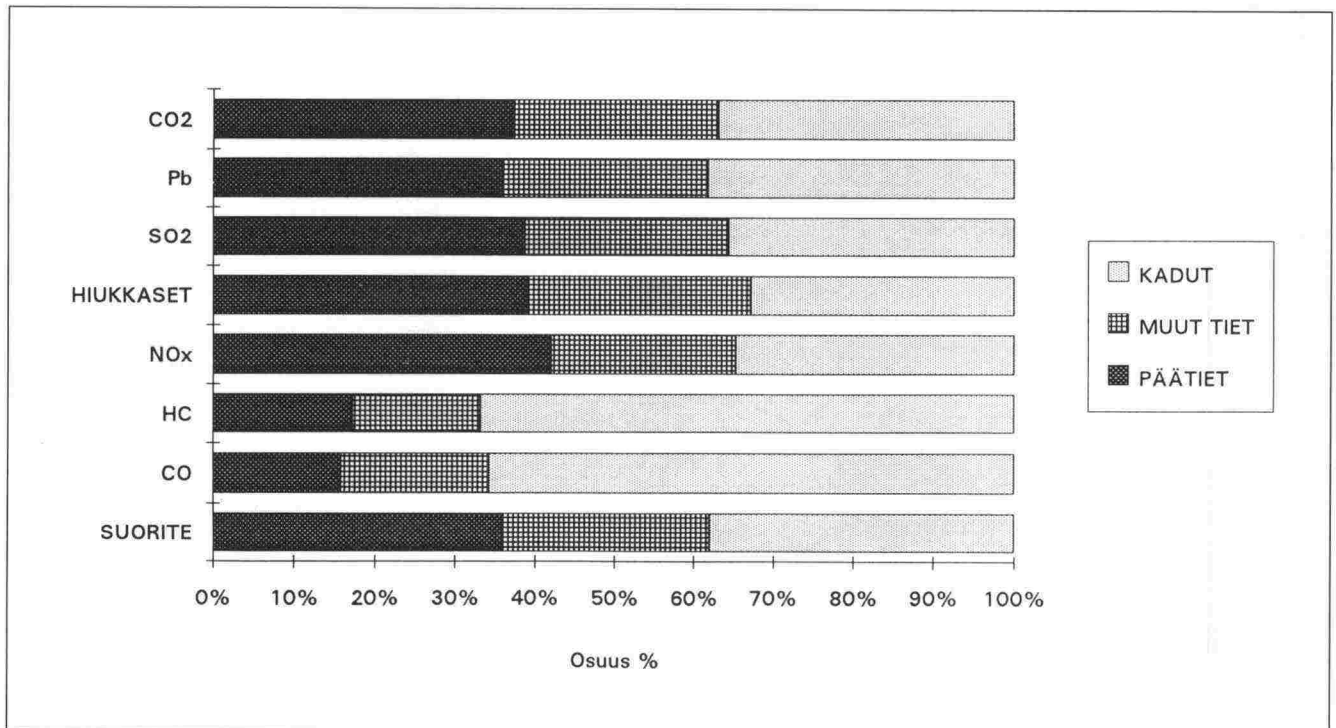
Pääkaupunkiseudun, johon kuuluvat Espoo, Helsinki, Kauniainen ja Vantaa, osuus Uudenmaan liikennesuoritteesta on 55 %. Noin kaksi kolmasosaa Uudenmaan häkä- ja hiilivetypäästöistä on pääkaupunkiseudulta. Muista päästöistä hieman yli puolet on pääkaupunkiseudulta (Kuva 15). Pääkaupunkiseudun tieliikenteen hiilimonoksidipäästöt ovat 16 % ja hiilivetypäästöt 17 % koko Suomen tieliikennepäästöistä. Muissa päästölajeissa osuus vaihtelee 11-13 %:n välillä. Pääkaupunkiseudun osuus koko Suomen liikennesuoritteesta on 13 %.



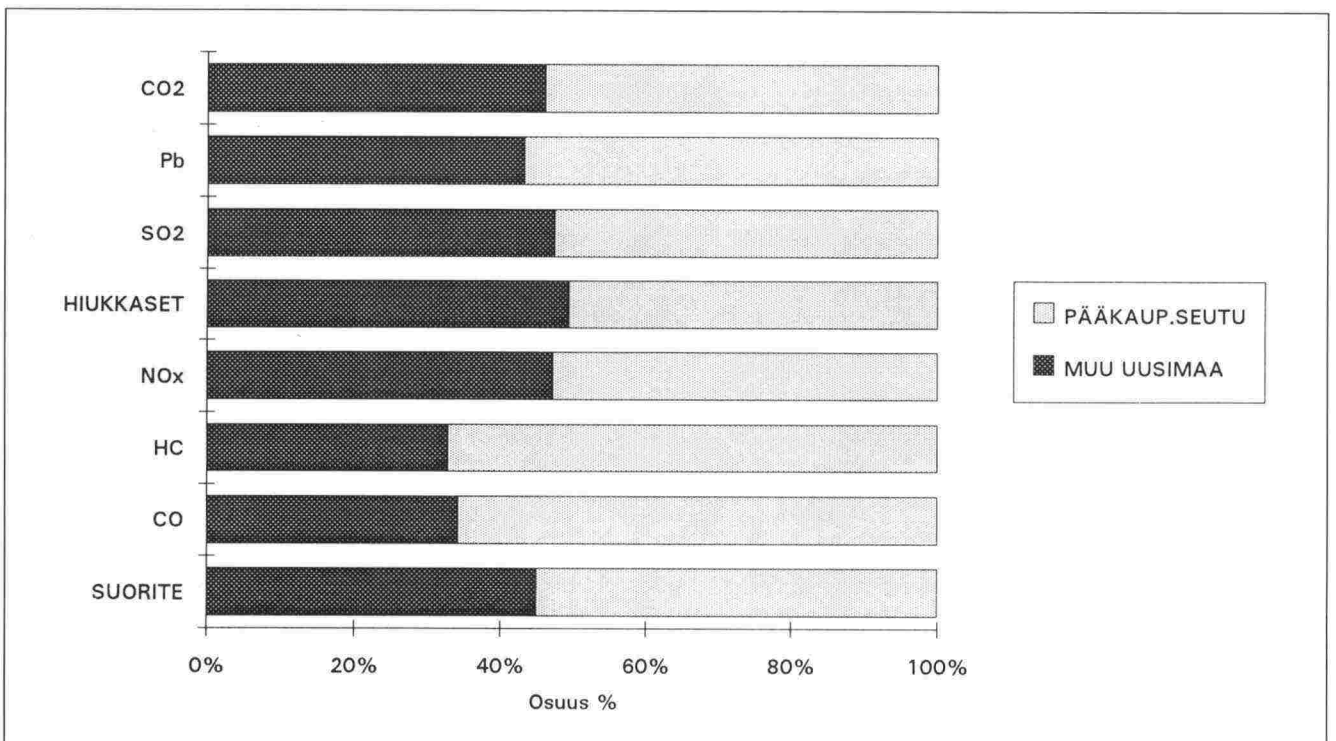
Kuva 12. Uudenmaan ja muun Suomen tieliikennepäästöjen ja liikennesuoritteiden prosenttiosuudet vuonna 1991 LIISA-ohjelmalla laskettuina.



Kuva 13. Eri ajoneuvoryhmien osuus suoritteesta ja päästöistä Uudellamaalla vuonna 1991 LIISA-ohjelmalla laskettuina.



Kuva 14. Eri väylätyyppien osuus suoritteesta ja päästöistä Uudellamaalla vuonna 1991 LIISA-ohjelmalla laskettuina.



Kuva 15. Pääkaupunkiseudun (Espoo, Helsinki, Kauniainen, Vantaa) osuus suoritteesta ja päästöistä Uudellamaalla vuonna 1991 LIISA-ohjelmalla laskettuina.

4.3 Tieosakohtaiset päästöt vuonna 1991

Liitteen 4 kuvissa esitetään Uudenmaan valta- ja kantateiden sekä seudullisten teiden liikennemäärät vuonna 1991, liikenne-ennuste vuodelle 2010, tieosakohtaiset päästöt vuonna 1991 ja ennusteet vuoden 2010 päästömääristä. Koska päästömäärille ei ole annettu ohjearvoja, liitteen 4 kuvien päästörajat on valittu päästömäärien vaihtelun havainnollistamiseksi eri tieosilla.

Hiilivetyjen ja hiilimonoksidin päästöjen jakaantuminen tieosuksittain on hyvin samankaltainen. Suurimmat päästömäärät ovat yleensä päätteillä suurimpien asutuskeskusten läheisyydessä (liite 4). Tieosuudet, joilla esiintyvät suurimmat hiilimonoksidin (yli 50 t/tiekm vuodessa) ja hiilivetyjen (yli 5 t/tiekm vuodessa) päästömäärät, ovat

- valtatiellä 1 Helsingin ympäristössä tieosilla 3, 4 ja 5 (vain HC);
- valtatiellä 3 Helsingin ympäristössä tieosilla 101, 102, 103 (vain HC), 106, 107, 108 ja 109;
- valtatiellä 4 Helsingin ympäristössä tieosilla 102, 103, 104, 105 ja 106 (vain HC);
- valtatiellä 7 ennen Porvoota tieosalla 8;
- kantatiellä 50 (Kehä III) tieosilla 2, 3, 4, 5 (vain HC), 6, 7 ja 8;
- kantatiellä 51 Helsingistä Kirkkonummelle tieosilla 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 (vain HC) ja 8;
- kantatiellä 53 Lohjan kohdalla tieosilla 21 ja 22;
- maantiellä 101 (Kehä I) Espoossa (Helsingissä Kehä I on katu) tieosilla 1, 2, 3 ja 4;
- maantiellä 107 Lohjan kohdalla tieosalla 1 (vain HC);
- maantiellä 110 välillä Haaga-Kauniainen tieosilla 1, 2, 3 (vain HC) ja 4;
- maantiellä 120 välillä Kehä I-Kehä III tieosalla 3 (vain HC);
- maantiellä 132 välillä Keimola-Klaukkala tieosilla 1 ja 2 (vain HC);
- maantiellä 137 välillä Helsinki-Hyrylä tieosilla 1, 2, 3, 4 ja 5 (vain HC);
- maantiellä 145 Hyrylän kohdalla tieosilla 1 ja 2;
- maantiellä 170 Helsingissä Mellunkylän kohdalla ja juuri ennen Porvoota tieosilla 3 ja 10;
- maantiellä 1385 (Helsinki-Vantaa lentoasemantie) tieosalla 1.

CO:n (208,9 t/tiekm, v) ja HC:n (23,7 t/tiekm, v) maksimi-arvot ovat kantatien 51 alkupäässä Helsingissä nopeusrajoitusalueella 50 km/h. Tieosia, joilla hiilimonoksidin päästöt ovat yli 50 t/tiekm vuodessa, on Uudellamaalla 104 kilometriä. Vastaavasti tieosia, joilla hiilivetyjen päästöt ovat yli 5 t/tiekm vuodessa, on Uudellamaalla 144 kilometriä.

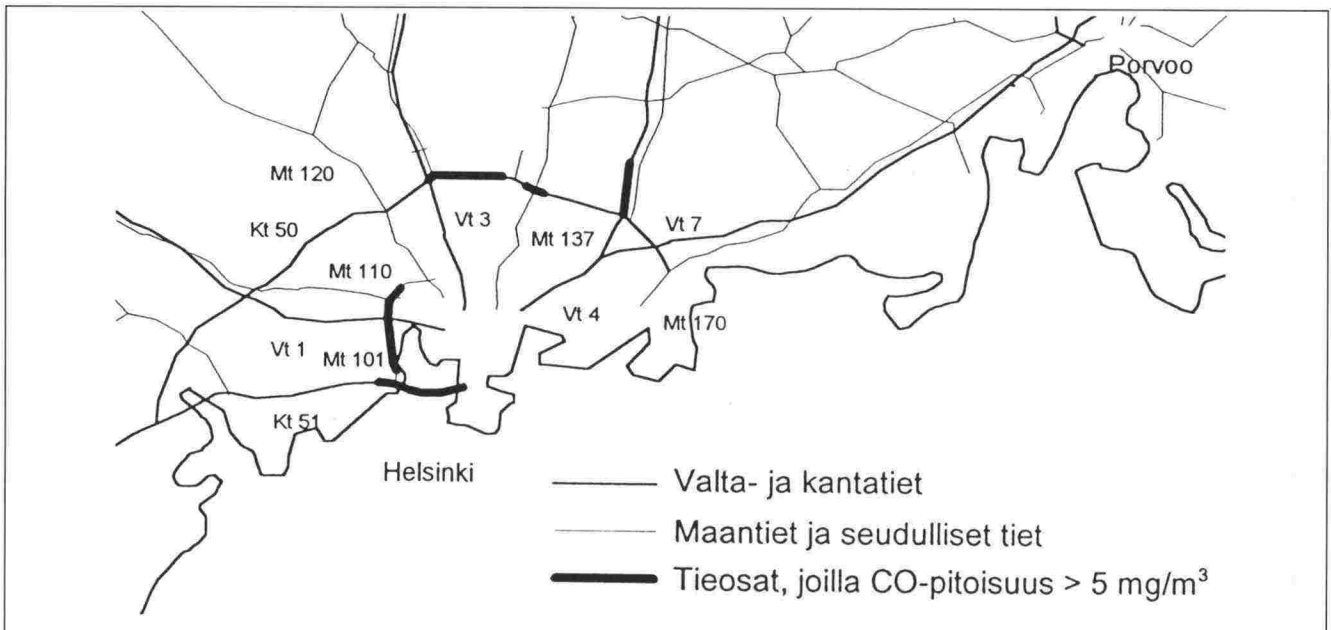
Typen oksidien päästöt keskittyvät päätteille (liite 4). Suurimmat NO_x-päästöt (yli 30 t/tiekm vuodessa) ovat

- valtatiellä 1 Helsingin ympäristössä tieosilla 3, 4, 5, 6, 7 ja 8;
- valtatiellä 3 Helsingin ympäristössä tieosilla 101, 102 ja 103;
- valtatiellä 4 Helsingin ympäristössä tieosilla 102, 103, 104, 105 ja 106;
- kantatiellä 50 (Kehä III) välillä Laaksolahdi-Tikkurila tieosilla 4, 5, 6 ja 7;
- kantatiellä 51 Helsingistä Espoonlahteen tieosilla 1, 2, 3, 4 ja 5;
- maantiellä 101 (Kehä I) Espoossa tieosilla 2, 3 ja 4;
- maantiellä 137 välillä Helsinki-Hyrylä tieosilla 1, 2, 3 ja 4.

Typen oksidien maksimi-arvo 59,7 t/tiekm vuodessa saadaan kantatielle 51 juuri ennen Otaniemen liittymää Helsingistä katsottuna. Tieosia, joilla typen oksidien päästöt ovat yli 30 t/tiekm vuodessa, on Uudellamaalla 115 kilometriä. Vertailun vuoksi voidaan mainita, että viiden MW:n lämpövoimalaitos tuottaa vuodessa noin 20 tonnia typen oksideja /39/. Tieosia, joilla NO_x-päästöt ovat yli 20 t/tiekm vuodessa, on Uudellamaalla 225 kilometriä.

Hiilidioksidipäästöjen kilometrikohtainen jakautuma muistuttaa **hiukkaspäästöjen** vastaavaa jakautumaa (liite 4). Suurimmat hiilidioksidin (yli 2000 t/tiekm vuodessa) ja hiukkasmäärät (yli 2 t/tiekm vuodessa) ovat

- valtatiellä 1 Helsingin ympäristössä tieosilla 3, 4, 5, 6, 7 ja 8;
- valtatiellä 3 Helsingin ympäristössä tieosilla 101, 102 ja 103;
- valtatiellä 4 Helsingin ympäristössä tieosilla 102, 103, 104, 105 ja 106;
- valtatiellä 7 Tolkkisten kohdalla tieosalla 8 (vain hiukkaset);



Kuva 16. Uudenmaan yleisten teiden osat, joilla laskettu hiilimonoksidin kahdeksan tunnin pitoisuus on yli 5 mg/m³ (ohjearvo 10 mg/m³) vuonna 1993.

- kantatiellä 50 (Kehä III) välillä Laaksolah-ti-Tikkurila tieosilla 4, 5, 6 ja 7;
- kantatiellä 51 Helsingistä Olariin tieosilla 1, 2, 3, 4 ja 5;
- maantiellä 101 (Kehä I) Espoossa tieosilla 1, 2, 3 ja 4;
- maantiellä 110 Leppävaaran kohdalla tieosilla 1 (vain CO₂) ja 2 (vain CO₂);
- maantiellä 120 välillä Haaga-Kehä I tieosalla 2 (vain hiukkaset);
- maantiellä 137 välillä Helsinki-Hyrylä tieosilla 1, 2, 3 ja 4.

Suurin hiilidioksidiarvo on 5000 t/tiekm,v ja hiukkasarvo 5 t/tiekm,v. Nämä päästömäärät löytyvät valtatieltä 4 Helsinki-Malmin lentokentän kohdalta. Tieosia, joilla hiilidioksidipäästöt ovat yli 2000 t/tiekm vuodessa, on Uudellamaalla 100 km. Päästömäärän suuruuden havainnollistamiseksi on hyvä mainita, että viiden MW:n lämpövoimalaitos tuottaa vuodessa noin 8500 tonnia hiilidioksidia. Tällainen laitos on ilmansuojelulain mukaan ilmoitusvelvollinen ja se esim. lämmittää yhtä asuntoaluetta. Suurehkon omakotitalon öljylämmityksen hiilidioksidipäästöt ovat noin 10 tonnia vuodessa /31, 39/. Tieosia, joilla hiukkaspäästöt ovat yli 2 t/tiekm vuodessa, on Uudellamaalla 119 km.

4.4 Pitoisuustarkastelut

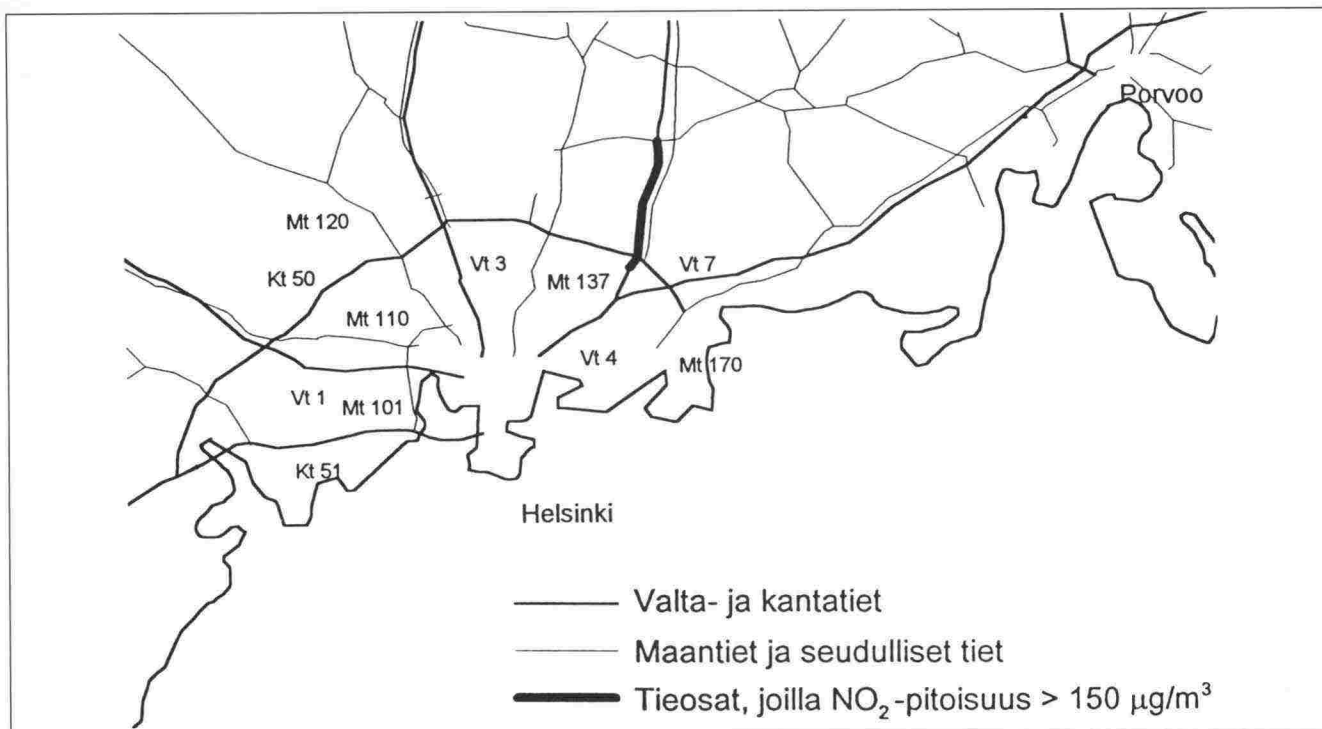
Hiilimonoksidi

Suurin hiilimonoksidin kahdeksan tunnin pitoisuus (6,9 mg/m³) saatiin kantatien 51 alkupäähän Helsinkiin nopeusrajoitusalueelle 50 km/h. Pitoisuus on 69 % ohjearvosta. Tämä suurin pitoisuus aiheutuu siitä, että liikennemäärä tieosalla on suuri (KVL 57198) ja nopeus pieni.

Kuvaan 16 on kerätty tieosat, joilla hiilimonoksidin pitoisuus oli yli 5 mg/m³ (ohjearvo 10 mg/m³). Laskelmissa on käytetty taustapitoisuuden arvoa 1,3 mg/m³. Liitteessä 5 on tarkemmat tulokset lasketuista pitoisuuksista.

Typpidioksidi

Suurin typpidioksidin tuntipitoisuus saatiin valtatielle 4 (167 µg/m³) välillä Kehä III-Hiekkaharju nopeusrajoitusalueella 120 km/h. Pitoisuus on 56 % ohjearvosta. Tämä suurin pitoisuus aiheutuu siitä, että nopeus tieosalla on suuri ja liikennemäärä melko suuri (KVL 35109).



Kuva 17. Uudenmaan yleisten teiden osat, joilla lasketut typpidioksidin tuntipitoisuudet ovat yli 150 µg/m³ (ohjearvo 300 µg/m³) vuonna 1993.

Kuvassa 17 on tieosat, joilla typpidioksidin pitoisuus oli yli 150 µg/m³ (ohjearvo 300 µg/m³). Laskelmissa on käytetty taustapitoisuuden arvona lukua 40 µg/m³. Liitteessä 5 on tarkemmat tiedot lasketuista pitoisuuksista.

Ehdotettujen uusien ohjearvojen vaikutus

Ilman laadun ohjearvoja ollaan uudistamassa. Alustavien tietojen mukaan typpidioksidin tunti-ohjearvo olisi 150 µg/m³ (nykyinen 300 µg/m³) ja hiilimonoksidin kahdeksan tunnin ohjearvo olisi 8 mg/m³ (nykyinen 10 mg/m³). Tällöin hiilimonoksidipitoisuus olisi korkeimmillaan 86 % ohjearvosta (kantatien 51 alkupäässä Helsingissä) ja **typpidioksidipitoisuudet ylittyisivät valtatiellä 4 välillä Kehä I-Korso nopeusrajoitusalueilla 120 km/h**. Pahimmillaan pitoisuus olisi 111 % ohjearvosta (valtatiellä 4 välillä Kehä III-Kuninkaanmäki).

Yllämainituille tieosille, joilla uudet ohjearvot ylittyisivät typpidioksidipitoisuuden osalta, tehtiin tarkemmat tarkastelut. Valtatiellä 4 Kehä III:n kohdalla nopeusrajoitusalueella 120 km/h, jossa typpidioksidipitoisuus oli 165 µg/m³, ei ole rakennuksia tien välittömässä läheisyydessä. Valtatiellä 4 välillä Kehä III-Kuninkaanmäki, jossa oli korkein pitoisuus, sijait-

sevat kaikki rakennukset yli 40 metrin päässä tien keskilinjasta. Tällä etäisyydellä pitoisuus on alle 130 µg/m³. Vastaavasti valtatiellä 4 välillä Kuninkaanmäki-Korso sijaitsee kaksi taloa 30 metrin etäisyydellä tien keskilinjasta ja pitoisuus on talojen kohdalla 140 µg/m³. Molemmissa taloissa on kolme asukasta. Siis uusienkaan ohjearvojen tultua voimaan ei yleisten teiden varrella todennäköisesti asu ihmisiä alueilla, joilla ohjearvot ylittyvät. Tilanteeseen liittyy kuitenkin epävarmuustekijöitä, kuten otsonipitoisuus, joka vaikuttaa typpidioksidin muodostumiseen.

Muita pitoisuusmittaustuloksia

Vertailun vuoksi on taulukkoon 5 kerätty yhteenvetotietoja eri tyyppisiltä teiltä tehdyistä pitoisuusmittauksista Suomessa.

Häkäpitoisuudet ovat kaupunkien keskustoissa korkeimmat ja ilmanlaadun ohjearvot ylittyvät ajoittain. Esikaupunkialueilla vilkkaitten väylien läheisyydessä pitoisuudet ovat yleensä hieman alhaisempia. Maaseudulla pitoisuudet ovat noin puolet vilkkaitten väylien pitoisuuksista. Etäisyyden tiestä kasvaessa ei häkäpitoisuus enää merkittävästi vähene. Talvella pitoisuudet ovat korkeampia kuin kesällä. /36/

Myös typpidioksidipitoisuudet ovat kaupunkien keskustoissa korkeimmat. Esikaupunkialueilla vilkkaiden väylien läheisyydessä pitoisuudet ovat 10-20 µg/m³ alhaisempia. Maaseudulla muiden päästölähteiden vaikutus on vähäisempi, joten pitoisuudet ovat noin puolet vilkkaampien väylien varrella mitatuista pitoisuuksista. Väylän läheisyydessä mitatut pitoisuudet laskevat puoleen etäisyyden tiestä kasvaessa noin 150 metriin. Taustasemilla pitoisuudet ovat huomattavasti alhaisemmat kuin teiden varsilla. /36/

Kaduilla suurimmat pitoisuudet

Tässä tutkimuksessa on tarkasteltu pitoisuuksia ainoastaan yleisillä teillä, joten kadut eivät ole tutkimuksessa mukana. Uudenmaan pitoisuuksia arvioitaessa on kuitenkin mainittava, että varsinkin Helsingissä katukuilumaisissa oloissa pitoi-

suuksien ohjearvot, etenkin uudet ohjearvot, saattavat ylittyä.

Pitoisuuslaskennassa käytetty nomogrammimalli ei ota huomioon teiden ruuhkautumista, joten todelliset pitoisuudet voivat olla laskettuja pitoisuuksia suurempia. Ilmatieteen laitoksen julkaisussa "Liikenteen aiheuttamien epäpuhtauksien leviäminen ympäristöön" on vertailtu nomogrammin antamia tuloksia mitattuihin tuloksiin. Mittaus-tulokset vastaavat tien läheisyydessä melko hyvin mallin antamia tuloksia. /12/

Laskentamallin antamiin pitoisuustuloksiin on suhtauduttava varauksella, koska ne sisältävät oletuksia ja yksinkertaistuksia. Niitä voidaan pitää lähinnä suuntaa antavina. Vain mittauksia tekemällä voidaan saada tarkkaa tietoa.

Taulukko 5. Hiilimonoksidin ja typpidioksidin pitoisuuksia eri tyyppisillä teillä.

Väylä	KVL	Ohjearvoon verrannolliset pitoisuudet	
		1 h NO ₂ (µg/m ³)	8 h CO (mg/m ³)
Moottoritie, esikaupunki	35 000, 10 m tiestä	70...80	2...3
Valtatie, maaseutu	15 000, 10 m tiestä	50...60	1...2
Valtatie, maaseutu	15 000, 120 m tiestä	30...35	1...1,5
Katu, keskusta	25 000	90...100	5...8
Ohjearvo		300	10
Ohjearvo, ehdotus		150	8

5 ILMANSAASTEIDEN VAIKUTUKSET

Liikenteen osuutta laaja-alaisista ympäristövaurioista on hyvin vaikea arvioida, sillä liikenne on vain yksi ilmansaastuttaja muiden joukossa. Liikenteen päästöt tulevat ilmaan matalalta, joten niiden osuus pitoisuuksista on usein korkeampi kuin liikenteen osuus alueen kokonaispäästöistä. Paikallisten vaurioiden lisäksi tieliikenteen päästöt vaikuttavat myös mm. kasvihuoneilmiön voimistumiseen ja yläilmakehän otsonikerroksen tuhoutumiseen.

5.1 Yleistä

Liikenteen päästöt aiheuttavat sekä suoria, että epäsuoria ympäristöhaittoja. Suorilla vaikutuksilla tarkoitetaan niitä lyhyellä ja pitkällä aikavälillä tapahtuvia vahinkoja, joita kyseinen epäpuhtauskomponentti aiheuttaa, ennenkuin se muuntuu kemiallisesti. Epäsuorat vaikutukset puolestaan ovat niitä lyhyen ja pitkän aikavälin vahinkoja, joita useammat epäpuhtauskomponentit aiheuttavat reagoituaan ensin kemiallisesti. Viimeksi mainitut ovat huolenaiheena myös alueilla, joilla ilmaa saastuttavia lähteitä ei ole. /31, 34/

Taulukkoon 6 on kerätty tietoja tieliikennepäästöjen vaikutuksista luontoon.

5.2 Laaja-alaiset ympäristövaikutukset

Laaja-alaisia ympäristövaurioita, kuten metsävaurioita, vesien happamoitumista ja otsonikatoa, voivat aiheuttaa happamoittava laskeuma, otsoni ja muut ilman epäpuhtaudet. Ilman epäpuhtaudet vaikuttavat myös kasvihuoneilmiön voimistumiseen.

Metsävaurioita selitetään nykyisin monistressiteorian avulla. Monien tekijöiden yhteisvaikutuksesta puiden elinvoima heikkenee, niin että puut viimein menehtyvät sellaiseen kylmyyteen, tuuleen, kuivuuteen tai tuholaiten hyökkäykseen, josta ne olisivat normaalioloissa selvinneet.

/10, 31/

Tärkeimmät maata ja vesistöjä happamoittavat päästöt ovat rikkidioksidi ja typen oksidit. Niiden lisäksi ammoniakki, raskasmetallit, hiilivety- ja alkalimetallipäästöt pahentavat tilannetta. Happamoittava laskeuma on ylittänyt metsien ja vesien ns. kriittisen kuormituksen rajan lähes kaikkialla Suomessa. Kriittinen kuormitus ilmaisee ensimmäislaskeuman, jonka luonto kestää vahingoittumatta. Metsämaiden sietokyky ylittyy tällä hetkellä Suomessa eniten etelärannikolla, missä laskeuman pitäisi vähentyä yli 60 %. /34, 36, 47/

Rikkilaskeumasta noin kaksi kolmasosaa on peräisin Suomen ulkopuolelta, typpilaskeumasta noin 80 %. Suomen tieliikenteen ja muiden liikkuvien lähteiden päästöistä aiheutuva typpilaskeuma on suurimmillaan Etelä-Suomessa ja sen osuus Suomen typpilaskeumasta on noin 10 %. Noin puolet

Taulukko 6. Tieliikennepäästöjen vaikutuksia luontoon. /7,53/

Hiilimonoksidi (CO)	Osallistuu kemiallisiin reaktioihin ja lisää siten epäsuorasti kasvihuonekaasujen määrää ilmakehässä.
Typen oksidit (NO ₂ , NO)	Voi olla epäedullisia vaikutuksia kasveihin, etenkin metsän kasvuun ja viljelykasveihin. Rikkidioksidin samanaikainen vaikutus pahentaa haittaa. Osasyllisiä SO _x -päästöjen kanssa happojen muodostumiseen ilmakehässä ja myötävaikuttavat näin (vähintään 30%) happamaan laskeumaan. Tuhoo yläilmakehän otsonikerrosta ja edistää kasvihuoneilmiötä.
Hiilivedyt (HC)	Haihtaa kasvien elintoimintoja. Edesauttaa otsonin muodostumista maanpinnalla. Tuhoo yläilmakehän otsonikerrosta ja edistää kasvihuoneilmiötä.
Lyijy (Pb)	Lyijyn ympäristövaikutuksia tunnetaan puutteellisesti, mutta lyijyä pidetään hyvin myrkyllisenä useimmille kasveille.
Hiukkaset ja pöly	Haihtavat kasvien elintoimintoja. Likaavat maaperää. Heikentävät näkyvyyttä. Lisäävät pilvien muodostumista.

ulkomailta Suomeen tulevasta laskeumasta on peräisin liikenteestä. /36/

Kasvihuoneilmiön voimistumisella tarkoitetaan ihmisen toiminnasta johtuvaa kasvihuonekaasujen pitoisuuden nopeaa kasvua ilmakehässä ja sen seurauksena tapahtuvaa maapallon lämpötilan nousua. Kasvihuoneilmiö on ilmakehän ominaisuus ja seurausta siitä, että ilmakehän kasvihuonekaasut päästävät lyhytaaltoisen säteilyn (näkyvä valo) maahan, mutta eivät pitempiaaltoista säteilyä takaisin avaruuteen. Pysäytetty säteily lämmittää ilmakehää, jolloin kasvihuoneilmiö syntyy. Kasvihuonekaasuja ovat mm. vesihöyry, hiili-doksidi, CFC-yhdisteet ja otsoni. /10, 20/

Otsoniin (O_3) liittyy nykyään kaksi ajankohtaista ympäristöongelmaa: otsonia on liikaa ilmakehän alimmassa kerroksessa eli troposfäärissä ja liian vähän ylemmässä ilmakehässä eli stratosfäärissä. Otsoni on myrkyllinen kaasu. Maantasalla se on yksi merkittävimmistä ilmansaasteista ja osasyllinen metsävaurioihin. Tieliikenteen päästöt (hiilivedyt ja typpimonoksidi) vaikuttavat välillisesti otsonimäärien kasvuun. Ylemmässä ilmakehässä otsoni sen sijaan suojaa maapalloa vahingolliselta ultraviolettisäteilyltä. Ylemmän ilmakehän otsonimäärä näyttää vähenevän kaiken aikaa. /10/

5.3 Paikalliset kasvillisuusvauriot

Ulkomaisissa tutkimuksissa on todettu pakokaasujen aiheuttavan kasvillisuudelle valtateiden lähellä mm. pakkaskestävyyden pienenemistä, ennenaikaista vanhenemista ja viljelykasvien laadun heik-

kenemistä. Lisäksi on havaittu loissairausalttiuden kasvamista ja siitepölyn eliniän lyhentymistä. Liikenteen aiheuttama pöly on todettu kasvien kannalta haitalliseksi. Pöly tukkii kasvien ilmaraot ja estää kasveja saamasta auringonvaloa. /5, 31/

5.4 Päästöjen aiheuttamat terveysriskit

Ihminen altistuu tieliikenteen päästöille lähinnä hengitysteiden kautta, mutta epäpuhtaudet voivat joutua elimistöön myös ravinnon mukana. Useimmat yhdisteet eivät pieninä pitoisuuksina vaikuta terveyteen, mutta yksiselitteisten epäpuhtauspitoisuuksien kynnysarvojen asettaminen on mahdollista. /35/

Ilman epäpuhtauksien arvioidaan aiheuttavan länsimaisissa kaupungeissa alle viisi keuhkosityöpätapausta 100 000 asukasta kohti vuodessa; osaltaan tämä on seurausta yhteisvaikutuksesta tupakoinnin kanssa. Yhdysvalloissa on arvioitu, että ulkoilman epäpuhtaudet aiheuttavat 1-2 % kaikista keuhkosityöpätapauksista. /38/

Terveysvaikutusten kannalta merkittävimmät epäpuhtaudet ovat:

- hiilimonoksidi,
- osittain hapettuneet tai kokonaan reagoimattomat hiilivedyt,
- typen oksidit,
- hiukkaset ja pöly sekä
- lyijy. /35/

Taulukkoon 7 on kerätty tietoja tieliikenteen päästöjen aiheuttamista terveysvaikutuksista.

Taulukko 7. Tieliikenteen päästöjen aiheuttamat terveyshaitat. /7/

Syöpä	Polyaromaattiset hiilivedyt (PAH), hiukkaset ja pöly, NOx, HC, Otsoni (O_3)
Perinnölliset muutokset, sikiövauriot	PAH, hiukkaset, NOx, HC, O_3
Hengitystiesairaudet (influenssa, keuhkokuume, bronkiitti, astma)	NOx, hiukkaset ja pöly, SO_2 , HC, O_3
Sydän- ja verisuonistosairaudet, mm. sydänkohtaus	CO
Hermostovaikutukset	Lyijy (Pb), HC, CO
Immuunijärjestelmän heikentyminen	NOx
Vaikutuksia veren laatuun	Lyijy
Lasten kasvua ehkäisevä	NOx, CO, Pb

Päästöjen ja melun on havaittu aiheuttavan psykosomaattisia vaivoja kuten päänsärkyä, lihaskipuja, ruoansulatusvaivoja, väsymystä, hermostuneisuutta, nukkumisvaikeuksia ja masennusta. Liikenteen päästöt aiheuttavat myös epäviihtyisyyden tunnetta ja muuta henkistä räsytystä. /44/

Norjassa on todettu melun tai pakokaasujen häiritsevän 50 % asukkaista liikenteen ylittäessä 5 000 ajon/vrk. Kun määrä ylittää 10 000 ajon/vrk, lähes puolet asukkaista kokee liikenteen erittäin häiritseväksi. /37/

Merkittävä osa liikenteen päästöjen terveysvaikutuksia koskevasta tiedosta on peräisin eläinkokeista ja lääketieteellisestä tutkimuksesta (esim. ammattitaudit). Koko väestön osalta liikenteen päästöjen terveysvaikutuksia koskevaa tutkimusta on tehty melko vähän. /38/

5.5 Materiaalihaitat

Pakokaasujen aiheuttamia haittoja ovat myös materiaalien likaantuminen, korroosio ja rapautuminen. Likaantumiseen ovat syynä pääasiassa noki- ym. hiukkaset. Ympäristön likaantuminen koskee paitsi rakennetun ympäristön materiaaleja, myös puistoja ja viheralueita sekä luonnonympäristöjä. /31/

Dieselmotorien autojen hiukkaspäästöt ja liikenteen nostattama pöly aiheuttavat likaantumista, mistä aiheutuu rakennusten ja muiden materiaalien kunnossapitokustannusten kasvua. /34/

Suurin osa päästöjen aiheuttamasta korroosiosta tapahtuu happaman laskeuman vaikutuksesta. Rikkipäästöillä on suurin merkitys korroosion syntymiseen (SO_2 -korroosio), mutta myös typpipäästöillä (NO_2 -korroosio) on osuutensa. Typen oksidit voivat vahingoittaa myös tekstiilejä ja väriaineita. Valokemialliset hapettimet, erityisesti otsoni haurastuttavat materiaaleja esim. kumia. /34/

6 PÄÄSTÖJEN VÄHENTÄMINEN

Liikenteen päästöjen vähentäminen voi tapahtua joko liikenteen laatua parantamalla tai sen määrää vähentämällä. Vaikutukset muihin yhteiskunnan sektoreihin liittyvät ensi sijassa liikenteen määrän vähentämiseen, josta seuraa tuotantoon ja kulutukseen ulottuvia muutoksia. /19/

6.1 Yleistä

Liikenteen päästöjen suuruuteen voidaan vaikuttaa monilla eri tavoilla. Liikenne- ja ympäristöpoliittiset päätökset määrittelevät ne periaatteet, joiden mukaisesti toimitaan. Päästöjä tai niiden leviämistä ympäristöön voidaan vähentää parantamalla ajoneuvotekniikkaa, liikenteen ohjausta ja teiden ominaisuuksia sekä rakentamalla meluseiniä ja -valleja ja istuttamalla tienvarsikasvillisuutta. Teiden suunnittelussa tehtävät ratkaisut vaikuttavat myös päästöjen suuruuteen. Kunnossapidon keinoin voidaan vähentää lähinnä pölypäästöjä.

Taulukossa 8 on esitetty keinoja päästöjen vähentämiseksi.

Ajoneuvotekniikka

Pakokaasupäästöjen määrä vaihtelee huomattavasti monien seikkojen takia. Erot voivat olla huomattavia eri moottori- ja autotyyppien ja eri tavalla huollettujen saman automallin eri yksilöidenkin välillä.

Polttoaineella on olennainen merkitys pakokaasupäästöihin, koska pakokaasut ovat polttoaineen ja ilman erilaisia reaktiotuotteita. Viime aikoina on kehitetty polttoaineiden ympäristöominaisuuksia. Lyijyttömän bensiinin myyntiintulo vuonna 1985 mahdollisti katalyysaattoreilla varustetut autot. Lisäksi markkinoille on tullut ns. City- bensiini, jossa on normaalia korkeampi happipitoisuus. Siksi se

Taulukko 8. Keinoja päästöjen pienentämiseksi. /67/

Ajoneuvotekniikka	Moottorin rakenne ja kunto Polttoainejärjestelmä Puhdistustekniikka Säätöjärjestelmä Vaihtoehtoiset polttoaineet	Vaikuttaa moottorin päästöihin tuotettua tehoyksikköä kohti
Ajoneuvon käyttö	Ajotapa Nopeus Reitin valinta	Vaikuttaa päästöihin ajokilometriä kohti
Tie	Tien geometria Tien päällyste ja sen kunto	Vaikuttaa päästöihin ajokilometriä kohti
Liikennesuunnittelu	Liikenteen ohjaus Väyläsuunnittelu Liikennemuotojen työnjako Kaavoitus Pysäköintijärjestelmä	Vaikuttaa ajoneuvon käyttöön
Hallinnolliset toimet	Taloudellinen ohjaus (esim. verot) Pakokaasumääräykset Asenteiden muokkaus	Vaikuttaa ajoneuvon käyttöön ja päästöihin ajokilometriä kohti
Korvaavat keinot	Uudet kuljetustavat Telekommunikaatio	Vaikuttaa ajoneuvon käyttöön
Sää		Vaikuttaa ajoneuvon käyttöön ja päästöjen leviämiseen ja sekoittumiseen
Tierakenteet ja kasvillisuus	Meluseinät ja -vallit Tienvarsikasvillisuus	Vaikuttaa päästöjen leviämiseen ja sekoittumiseen

palaa puhtaammin ja vähentää päästöjä. Hiilimonoksidipäästöt vähenevät keskimäärin 15 % ja palamatta jääneet hiilivedyt noin 10 %. Neste Oy toi markkinoille 1.7.1993 lyijyttömän City Futura 99 Plus- bensiinin, joka on tarkoitettu katalysaattorittomiin autoihin. Heinäkuun alussa 1993 Nesteen bensiiniasemat myivät ainoastaan lyijytöntä bensiiniä. Samaan aikaan muilla öljy-yhtiöillä oli kuitenkin myynnissä lyijyllisiä bensiinejä. Diesel-polttoaineiden rikkipitoisuuksia on vähennetty asteittain. Heinäkuun alussa 1993 Neste Oy toi markkinoille City -dieselpolttoaineen, joka on käytännössä rikitön (maksimi rikkipitoisuus on 0.005 %). /27, 45/

6.2 Tielaitoksen keinot päästöjen vähentämiseksi

Tieliikenteen ympäristökysymykset jakautuvat niihin, joihin tielaitos voi vaikuttaa pääosin itse ja niihin, joissa tarvitaan laajaa yhteistyötä eri osapuolten kesken sekä liikenne- ja ympäristöpoliittisia päätöksiä. /37/

6.2.1 Yleistä

Tielaitoksen tehtävänä on toteuttaa toimenpiteitä, jotka vähentävät liikenteen ympäristöhaittoja. Tielaitos ottaa toiminnassaan vastuun ympäristön säilymisestä ja hoidosta käytännön mahdollisuuksien rajoissa, tietoisena siitä aiheutuvista kustannuksista ja vaikutuksista. Tielaitos hankkii niin paljon tietoa ja taitoa, että se voi toimia uusien ideoiden ja ratkaisujen tuottajana. /37/

Tielaitoksen yhteistoimintatehtäviin kuuluu toiminta yhdessä kuntien kanssa yhdyskuntarakenteen kehittämiseksi. Maankäyttöä ja liikennettä yhteisesti suunnittelemalla voidaan hillitä liikenteen kasvua, vähentää liikenteen haittoja ja parantaa liikenneturvallisuutta sekä elinympäristön laatua. Kaupunkiseutujen sisäistä liikkumistarvetta voidaan vähentää mm. tasapainoisella työpaikka-, palvelu-, ja asuntoalueiden mitoituksella. Myös kevyen liikenteen eli kävelyn ja polkupyöräilyn mahdollisuuksia tulee parantaa. Mitä suurempi on turvallisten ja kattavien kevyen liikenteen verkostojen määrä sitä suurempi on jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden osuus liikenteessä. /22, 37, 43/

Tielaitos kehittää tieverkkoa siten, että matkat ja kuljetukset voidaan pitkällä aikavälillä toteuttaa

Bensiinin ja dieselöljyn vaihtoehtoja ovat alkoholit, kasviöljyt, kaasut sekä sähkö. Energiatiheydeltään parhaita ovat bensiini ja dieselöljy. Vaihtoehtojen käyttö edellyttää muutoksia moottorin rakentamiseen tai säätöihin. Ajoneuvoteknisesti on mahdollista tehdä autoja, jotka kuluttavat energiaa vain kolmas- tai neljäsosan nykyisen kaluston kulutuksesta, mutta niiden rakentaminen ei ole vielä kannattavaa. Siten taloudelliset seikat, eikä teknisen tietämyksen puute, ohjaavat kulloinkin käyttöön saatavan autokannan energiatehokkuutta. /18, 19/

minimiliikenteellä. Tielaitos tukee asiantuntemuksellaan ja hankkeillaan ympäristön kannalta edullisten liikennemuotojen toimintaedellytysten parantamista sekä liikenteeseen ja ajoneuvoihin kohdistuvaa tutkimusta. /37/

Tielaitos osallistuu liikenne- ja ympäristöpolitiikan kehittämiseen selvittämällä tieliikenteen hyötyjä ja haittoja sekä tiepoliittisia vaihtoehtoja ja niiden merkitystä ympäristölle. Laitos tutkii myös tienpidon rahoitusmuotoja ja niiden vaikutuksia. Tielaitos osallistuu autoistumista, matkustamista ja kulkuvälineiden valintaa koskevaan tutkimukseen, tieliikenteen tulevaisuuden roolin selvittämiseen sekä vaihtoehtoisten liikennepoliittisten ratkaisujen arviointiin. /37/

Liikenteen ohjaus ja tien ominaisuudet

Paikallisia pakokaasu- ja pölyhaittoja voidaan vähentää ohjaamalla liikennettä sellaisille väylille, jotka sietävät kuormitusta paremmin. Hyvin tuultuvilla ja väljillä väylillä päästöt sekoittuvat ja laimenevat nopeasti. Raskaan liikenteen ja läpikulkuliikenteen vähentäminen huonosti tuulettuvilta taajamaväyliltä parantaa ilmanlaatua ja lisää viihtyisyyttä alueella. /33/

Tien ominaisuudet vaikuttavat ajotilanteisiin ja

ominaisuuksia ovat mm. kaarteisuus, mäkisyys, tien leveys, näkemät, ohitusmahdollisuudet, päällyste sekä tien kunto ja tasaisuus. Sorateillä ajettaessa ovat polttoaineenkulutus ja samalla päästöt suuremmat kuin päällystetyillä teillä. Sorateiden aiheuttamat kulutuksen lisäykset sekä kevyillä että raskailla ajoneuvoilla asfalttibetoniin verrattuna ovat 10 %. Öljysoralla kuluu henkilöautolla 2 % ja kuorma-autolla 3 % enemmän polttoainetta kuin asfalttipäällysteillä. Sirotepintaukset lisäävät kulutusta 5 %. /29,32/

Meluseinät ja -vallit sekä tienvarsikasvillisuus

Meluseinät ja -vallit vaikuttavat pakokaasujen ja pölyn leviämiseen tieltä ympäristöön. Kaasumaisen epäpuhtauksien pitoisuudet ovat olleet jonkin verran alhaisempia meluseinän takana kuin olisivat olleet ilman meluseinää. Ruotsissa tehdyt mitaukset ovat osoittaneet, että seinä aiheuttaa pölypitoisuuksiin ns. lumiaitavaikutuksen eli pitoisuudet seinän takana ovat olleet korkeammat. /33/

Kasvillisuus vähentää ilman epäpuhtauksia absorboimalla kaasumaisia aineita ja suodattamalla hiukkasia. Puut ja pensaat, erityisesti useimmat havupuut, ovat hyviä absorptiokyvyiltään. Havupuut suodattavat myös tehokkaasti hiukkasia. Teiden varsilla kasvavat metsät muodostavat suoja-alueen takana olevalle asutukselle suodattamalla suuren osan sekä kaasumaisista epäpuhtauksista että hiukkasista. /4/

Luontevin keino suojata ihmisiä ja ympäroivää luontoa olisi istuttaa ns. suoja-alueita tien molemmiin puolin. Suoja-alueen kasvillisuuden tulisi koostua kestävästä ja nopeasti kasvavista puista ja pensaista. Ympärivuotisen suodatuskyvyn aikaan saamiseksi olisi suoja-alueelle istutettava myös havupuita. /4/

6.2.2 Tiensuunnittelun keinot vähentää päästöjä

Pakokaasujen osalta on suunnittelun tavoitteena päästöjen vähentäminen ja pitoisuuksien pienentäminen. Tavoitteeksi olisi otettava ohjearvoja alemmat pitoisuudet, jolloin vaikutukset ihmisten terveyteen ja viihtyvyyteen olisivat pienemmät. /37/

Toimenpiteet, joilla parannetaan ilman laatua väylien läheisyydessä, parantavat usein myös liikenneturvallisuutta ja melutilannetta. Suunnitelmia tehtäessä tulisi näitä eri vaikutuksia tarkastella samanaikaisesti, jotta saavutetaan paras mahdollinen lopputulos. /33/

sitä kautta pakokaasupäästöjen suuruuteen. Tien Ennen tiekohtaisen suunnittelun aloittamista on yleensä tehty tieverkkosuunnitelma, jonka jälkeen ryhdytään toteuttamaan yksittäisiä tiehankkeita. Tiekohtaisen suunnittelun vaiheet ovat: tarveselvitys, yleissuunnitelma ja tie- sekä rakennussuunnitelma. Jokaisessa suunnitteluvaiheessa on huomioitava tieliikenteen aiheuttamat päästöt (taulukko 9).

Tieverkkosuunnitelman ja tarveselvityksen yhteydessä tarkastellaan eri vaihtoehtojen aiheuttamia kokonaispäästömääriä ja päästöjen muutoksia. Päästölaskelmat tehdään ainakin hiilimonoksidista, hiilivedyistä, typen oksideista ja hiilidioksidista. Tarvittaessa selvitetään myös lyijy- ja hiukkaspäästöt. Lisäksi hankitaan tiedot alueen muista päästölähteistä. Suunnittelun yhteydessä kartoitetaan karkeasti mahdolliset saastepitoisuuksien ongelmakohteet. /41/

Yleissuunnitelmassa tarkennetaan päästöarvioita ja arvioidaan pakokaasujen aiheuttamat typen oksidien ja hiilimonoksidin pitoisuudet tien läheisyydessä. Tien linjaus vaikuttaa päästöjen leviämiseen ja mahdollisuuksiin vähentää päästöjen aiheuttamia haittoja. Yleissuunnitelman yhteydessä arvioidaan tarvittavat suojavyöhykkeet ja toimenpiteet liikenteen päästöjen haittavaiikutusten vähentämiseksi. /41/

Tiesuunnitelmassa voidaan maastonmuotoilujen, kasvillisuuden ja meluseinien avulla vaikuttaa epäpuhtauspitoisuuksiin tien läheisyydessä. Kevyen liikenteen väylät ja joukkoliikenteen pysäkit tulisi sijoittaa siten, että tieliikenteen päästöjen aiheuttama kuormitus olisi mahdollisimman pieni. /41/

Suunnitelmaraporteissa esitetään tiehankkeen kokonaispäästöt eri vaihtoehtoissa ja päästö-määrissä tapahtuvat muutokset verrattuna nollavaihtoehtoon. Tilanteen havainnollistamiseksi esitetään myös suunnitelman tekohetken päästöt. Laskentamallilla saatuja pitoisuuksia verrataan ehdotettuihin uusiin ohjearvoihin. Eri väylävaihto-

Taulukko 9. Päästö- ja pitoisuusselvitysten tekeminen tiensuunnittelun yhteydessä.

Suunnittelu- taso	Tarvittavat tiedot	Määrittystapa	Arvioitavat suureet	Tulos
Tieverkko- suunnitelma ja tarvesel- vitys	Tiedot liikenteestä ja sen päästöistä	Tietokoneohjelmat mm. KEHAR, EMME, SATURN, LIISA-tietojärjestelmä	CO,HC, NOx, CO ₂ , (Hiukka- set, Pb, SO ₂)	- Vaihtoehtojen vertailu - Merkittävimmät muutokset tieverkolla
	Tiedot alueen muista päästölähteistä	Lääninhallituksen päästörekisterit	CO,HC, NOx, CO ₂ , (Hiukka- set, Pb, SO ₂)	
Yleissuunni- telma	Tieliikenteen päästöt tarkennettuna	Tietokoneohjelmat mm. KEHAR, EMME, SATURN, LIISA-tietojärjestelmä	CO,HC, NOx, CO ₂ , (Hiukka- set, Pb, SO ₂)	- Vertailu ohjearvoihin - Altistumisessa tapahtuvat muutokset
	Pitoisuudet tien läheisyydessä, kun KVL yli 20 000	Laskentamallit, (mit- taukset, leviämisse- lytykset)	CO, NO ₂	
	Tiedot ilmanlaadusta alueella - muut päästölähteet - ilmanlaatuselvitykset alueelta - kasvillisuuden kunto	Lääninhallituksen päästörekisterit, kuntien ympäristön tilan raportit ja ilmanlaatuselvitykset, luonnon olosuhteiden selvitykset		
	Epäpuhtauksille her- kät toiminnot - nykyinen ja suunniteltu maankäyttö - koulut - päiväkodit - sairaalat - vanhainkodit ja muut hoitolaitokset	Maankäyttöselvitykset -asukasmäärät Luonnonolojen selvitykset		
Tiesuunni- telma	Pitoisuudet herkkien toimintojen kohteissa, kevyen liikenteen väylillä, pysäkeillä, levähdyspaikoilla	Laskentamallit, (mit- taukset, leviämisse- lytykset)	CO, NO ₂	- Rakenteelliset ja tekniset toimenpiteet haittojen vähentämiseksi
	Toimenpiteet haittojen vähentämiseksi	Pitoisuustiedot		

ehdoissa lasketut pitoisuudet tien välittömässä läheisyydessä on hyvä esittää suunnitelmakartalla. Siinä osoitetaan kohdat ja alueet, joilla arvioidaan ilman epäpuhtauksien olevan haitallisia. Kriittisillä alueilla merkitään myös ilman epäpuhtauksille arat toiminnot kuten koulut, lastentarhat, sairaalat, vanhainkodit, asuntoalueet sekä ulkoilu-, urheilu- ja virkistysalueet. /41/

6.2.3 Kunnossapidon keinot vähentää päästöjä

Talvikunnossapito

Pöly- ja likaongelma aiheutuu lähinnä hienojakoisesta aineksesta liukkaudentorjuntamateriaaleissa sekä liikenteen jauhamasta hiekasta. Lisäksi nastojen päällysteistä irroittama materiaali lisää pölyämistä ja tieympäristön likaantumista. Pölystä on etenkin haittaa taajamissa ja kevyelle liikenteelle vilkkaasti liikennöityjen katujen ja yleisten teiden varsilla. Sellaisella talvikunnossapitokäytännöllä, joka voidaan toteuttaa vähemmällä hiekan ja suolan kokonaismäärällä, voidaan liukkaudentorjuntamateriaalien aiheuttamaa pölyämistä vähentää. Ongelmaa vähennetään käyttämällä nykyistä karkeampaa pestyä tai seulottua ainesta liukkaudentorjunnassa. /38/

Kuiva pöly haittaa autoilijoita etenkin keväisin lumen ja tiepenkkojen sulaessa ja jonkin aikaa sen jälkeen. Tätä pölynmuodostumista voidaan vähentää työntämällä likaiset lumivallit luiskaan sulamaan, jolloin lumessa oleva lika ei jää pientareille tai luiskien yläosaan. Pölyävän materiaalin määrä ajoradalla vähenee myös höyläämällä pientereellä olevaa jääkerrokseen sitoutunut hienoinen pois ja työntämällä se luiskaan ennen kuin se sulaa paikalleen ja vapauttaa pölyn. Edelleen avaamalla sohjoja hyvissä ajoin keväällä estetään likaisen sulamisveden valuminen ja kuivuminen ajoradalle. /38/

Kevätkunnossapito

Lumen sulamisen jälkeen voidaan teiden ajoradoilla ja pientareilla oleva hienojakoinen pölyaines poistaa harjaamalla tai pesemällä. Sade saatetaan helpottaa ajoratojen ja pientareiden puhdistamista. Välillä joudutaan käyttämään hiekankerääjiä esimerkiksi risteysalueilla. Pientareen reunassa tai kaiteen alla olevan sorakynnyksen poistami-

nen vähentää myös pölyämistä. Sorateilla voidaan pöly sitoa kemiallisesti tai kastelemalla. /38/

Sulamisen jälkeen tehtävä hiekoitushiekan ja pölyn keräys tai poisto tulee tehdä mahdollisimman aikaisin ja tarvittaessa useaan kertaan. Taajamissa olisi hyvä, jos kaupungin ja kiinteistöjen omistajat poistaisivat hiekan kaduilta, jalkakäytäviltä ja kevyen liikenteen väyliltä samanaikaisesti. Näin estetään hiekan ja pölyn kulkeutuminen jo puhdistetuille alueille. /38/

Päällysteiden kunnossapito

Ajoratojen poikkikaltevuutta lisäämällä voidaan tienpinnan märkänäoloaikaa lyhentää, jolloin nastojen aiheuttama kulumisen (vesipiikkausefekti) vähenee ja vastaavasti pölyäminen sekä näkyvyyttä haittaavan lian muodostuminen pienenevät. Pinnaltaan karkea päällyste edistää pinnan kuivumista ja nopeuttaa veden poistumista ajoradalta. /38/

Pitämällä päällysteen urat mahdollisimman pieninä uudelleenpäällystysten tai urapaikkausten avulla vähennetään ajoradalla seisovaa vettä ja samalla vesipiikkausefekti pienenee. Nastoja ja nastakulutusta hyvin kestävästä päällystetystä edelleen kehittämällä on mahdollista vähentää nastojen aiheuttamaa kulumis-, pöly- ja likaongelmaa. /38/

Muut mahdollisuudet vaikuttaa pölyyn

Kaiteiden ja reunakivien suunnittelussa on otettava huomioon liikenneturvallisuuden ja esteettisyyden lisäksi myös kunnossapidon toiveet. Kun pientareet ovat helposti puhdistettavia, vähennetään pöly-, likaantumis- ja vesiongelmaa. Tien vartein istutetut kasvit, pensaat ja puut sitovat liikenteen ja tuulen nostattamaa pölyä ja vähentävät sen leviämistä ympäristöön. Sama vaikutus on melusteilla ja muilla aidoilla. /38/

7 SEURANTA

Ilmanlaadun seurantavelvoite perustuu ilman-suojelulakiin. Kuntien on huolehdittava paikallisten olojen edellyttämästä ilmanlaadun seurannan järjestämisestä sekä ilmaan tulevien päästöjen vaikutusten yleisestä tarkkailusta. Toiminnan harjoittajan on oltava riittävästi selvillä toimintansa vaikutuksista ilman laatuun. Paikalliset ja alueelliset tekijät vaikuttavat seurannan laajuuteen ja sisältöön. Näitä tekijöitä ovat päästöjen määrä ja laatu sekä ajallinen vaihtelu, päästöjen sijoittuminen ja päästökorkeudet, taustapitoisuudet, väestön altistuminen epäpuhtauksille ja muun elollisen luonnon, lähinnä kasvillisuuden, altistuminen epäpuhtauksille. /1/

Ilmanlaadun mittausten painopiste on taajamissa, joissa pitoisuudet ovat korkeimmat ja epä-

puhtauksille altistuvien ihmisten määrä on suuri. Mittaustarve kohdistuu lähinnä liikenteen aiheuttamiin epäpuhtauksiin, typen oksideihin, häkään ja hiukkasiin. Energiantuotannolla ja teollisuudella on myös oma vaikutuksensa taajaman ilmanlaatuun, joten perusteet toiminnan harjoittajien osallistumiselle ilmanlaadun seurantaan ovat olemassa. /1/

Taajamien ulkopuolella mittaustarve liittyy yleiseen ilmanlaadun seurantaan, joka toteutetaan esim. bioindikaattoriseurannan tukena. Ilmanlaadun mittaustarve on myös suurimpien teollisuus- ja energiantuotantolaitosten ympäristössä. /1/

Uudenmaan tiepiirin tulee olla tietoinen tieliikenteen päästöjen suuruudesta yleisten teiden ympäristössä.

8 YHTEENVETO

Selvityksen lähtökohtana oli tarkastella Uudenmaan ilmanlaatua tieliikenteen ja tienpidon näkökulmasta. Selvitys liittyy Uudenmaan tiepiirin liikenneympäristön tilaselvitykseen, jonka yksi osa-alue on ilmanlaatu.

Selvityksen tavoitteena oli

- Uudenmaan ilmanlaadun tarkasteleminen aikaisempien mittausten ja selvitysten perusteella.
- pakokaasupäästö määräiden ja pitoisuuksien laskeminen Uudenmaan yleisillä teillä ja pitoisuuksien haitallisuuden arviointi
- toimenpiteiden esittäminen tielaitoksen mahdollisuuksista vähentää päästöjä.

Uudenmaan ilmanlaadun, kansainvälisten ilman suojelemissopimusten, tieliikenteen ja tienpidon päästöjen, pakokaasumääräysten, pakokaasupäästöjen laskentamenetelmien, ilmansaasteiden vaikutuksien ja päästöjen vähentämisen tarkastelu tehtiin kirjallisuustutkimuksena, jota täydennettiin haastatteluilla. Uudenmaan yleisten teiden pakokaasupäästöjen kehitystarkastelut ja alueelliset laskennat tehtiin LIISA-tietojärjestelmällä. Tieosakohtaiset päästöt laskettiin KEHAR-ohjelmistolla. Pitoisuustarkastelut tehtiin maanteille kehitetyllä laskentamallilla, ns. nomogrammimallilla.

Pakokaasuissa merkittävässä määrin esiintyvistä epäpuhtauksista ovat ilmanlaadun ohjearvoin säänneltyjä ainoastaan typpidioksidi ja hiilimonoksidi. Uudenmaan suurimmat typpidioksidi- ja hiilimonoksidipitoisuudet löytyvät Helsingistä katu-kuiluista, joissa ilmanvaihtuvuus on heikko. Typpidioksidipitoisuuden ohjearvo ylityksiä ei ole mitattu, mutta hiilimonoksidipitoisuuden ohjearvo saattaa aika ajoin ylittyä. Yleisesti ottaen pitoisuudet ovat pienenemään päin, koska teollisuuden ja energiantuotantolaitosten päästöt pienenevät koko ajan ja katalysaattoriautojen määrä kasvaa jatkuvasti.

Uudenmaan laajimmat kasvillisuusvaurioalueet ovat pääkaupunkiseudulla, Lohjan ympäristössä ja Sköldvikin ympäristössä. Lisäksi on pienempiä vaurioalueita ympäri Uttamaata lähinnä teollisuus- ja energiantuotantolaitosten läheisyydessä. Vaurioalueet ovat pysyneet suunnilleen muuttumattomina useita vuosia. Koska vaurioalueet keskittyvät asutuskeskuksiin, ongelmaa on pidettävä suurena.

Uudellamaalla pakokaasupäästöt lisääntyivät selvästi 1980-luvulla. Tieliikenteen päästöt olivat huipussaan vuonna 1990. Tämän jälkeen katalysaattoriautojen lisääntymisen myötä ovat kaikki muut päästöt paitsi hiilidioksidipäästöt vähentyneet. Muut päästöt paitsi hiilidioksidipäästöt vähenevät myös tulevaisuudessa. Hiilidioksidipäästöt kasvavat yli 40 % vuodesta 1991 vuoteen 2010. Keinot hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi tulee löytää mahdollisimman nopeasti, jotta tieliikenteen vaikutus kasvihuoneilmiön voimistumiseen saataisiin minimoitua.

Tieliikenteen päästöistä suurin osa on peräisin henkilöautoista. Uudenmaan tieliikennepäästöistä tulee suurin osa yleisiltä teiltä. Uudenmaan osuus koko Suomen tieliikennepäästöistä on lähes neljännes. Uudellamaalla puolestaan pääkaupunkiseutu (Espoo, Helsinki, Kauniainen ja Vantaa) erottuu selvästi muista kunnista ja kaupungeista suurien päästö määräiden takia. Pääkaupunkiseudulta tulee yli puolet Uudenmaan tieliikennepäästöistä.

Suurimmat yleisten teiden tieosakohtaiset päästö määrät ovat yleensä pääteillä suurimpien asutuskusten läheisyydessä. Suurimmat hiilimonoksidin, hiilivetyjen, typen oksidien, hiilidioksidin ja hiukkasten päästö määrät ovat Helsingin ympäristössä valtateillä 1, 3 ja 4, kantatiellä 50 (Kehä III), kantatiellä 51, maantiellä 101 (Kehä I) ja maantiellä 137.

Suurimmat pitoisuudet yleisillä teillä ovat tieosilla, joilla myös päästö määrät ovat suurimmat. Uudenmaan yleisillä teillä ei pitoisuuslaskentojen perusteella ylitetä valtioneuvoston antamia pitoisuuksien ohjearvoja. Ohjearvoja ollaan tiukentamassa. Uusienkaan ohjearvojen tultua voimaan ei yleisten teiden varsilla todennäköisesti asu ihmisiä alueilla, joilla ohjearvot ylittyvät.

Maanteille kehitetty pitoisuuksien laskentamalli sisältää oletuksia ja yksinkertaistuksia, joten sen antamiin tuloksiin on suhtauduttava varauksella. Vain mittauksia tekemällä voidaan saada tarkkaa tietoa.

Tieliikenteen ympäristökysymykset jakautuvat niihin, joihin tielaitos voi vaikuttaa itse ja niihin, joissa tarvitaan laajaa yhteistyötä tai liikenne- ja ympäristöpoliittisia päätöksiä. Tielaitoksen omana teh-

tävänä on toteuttaa toimenpiteitä, jotka vähentävät ympäristöhaittoja.

Pakokaasujen osalta on tiensuunnittelun tavoitteena päästöjen vähentäminen ja pitoisuuksien pienentäminen. Suunnitelmia tehtäessä tulee eri vaikutuksia (pakokaasupäästöt, liikenneturvallisuus, melutilanne jne.) tarkastella samanaikaisesti, jotta paras mahdollinen lopputulos saavutetaan. Jokaisessa suunnitteluvaiheessa on otettava huomioon tieliikenteen aiheuttamat päästöt. Suunnitelmaraporteissa esitetään tiehankkeen kokonaispäästöt eri vaihtoehtoissa ja päästöjä rissä tapahtuvat muutokset verrattuna nollavaihtoehtoon. Laskentamallilla saatuja pitoisuuksia verrataan valtioneuvoston antamiin ohjearvoihin.

Kunnossapidossa voidaan pölyämistä pienentää käyttämällä vähemmän hiekoitushiekkaa ja suolaa. Hiekoitushiekkana tulee käyttää nykyistä

karkeampaa pestyä tai seulottua ainesta. Talvella pölynmuodostumista voidaan vähentää työntämällä likaiset lumivallit luiskiin sulamaan. Lumen sulamisen jälkeen voidaan ajoradoilla ja pientareilla oleva hienojakoinen pölyaines poistaa harjaamalla tai pesemällä.

Nastoja ja nastakulutusta hyvin kestävää päällystettä edelleen kehittämällä on mahdollista vähentää nastojen aiheuttamaa kulumis- ja pölyongelmaa. Pitämällä päällysteen urat mahdollisimman pieninä ja lisäämällä ajoratojen poikkikaltevuutta voidaan ajoradalla seisovan veden määrää ja samalla pölyämistä vähentää.

Tien varteen istutettu kasvillisuus, meluesteet ja muut aidat sitovat pölyä ja muita ilman epäpuhtauksia ja vähentävät niiden leviämistä ympäristöön.

9 KIRJALLISUUSLUETTELO:

1. Aarnio, P. Ilmanlaatu Uudellamaalla 1990. Uudenmaan lääninhallituksen julkaisusarja 1992:8. Helsinki 1992. 45 s.
2. Aarnio, P., Hämekoski K., Koskentalo, T. Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 1991. YTV, Pääkaupunkiseudun julkaisusarja C 1992:3. Helsinki 1992. 74 s.
3. Aarnio, P., Hämekoski, K., Koskentalo, T. Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 1992. YTV, Pääkaupunkiseudun julkaisusarja C 1993:8. Helsinki 1993. 91 s.
4. Ahlfors, A., Grennfelt, P., Sjödin, Å., Skärby, L. Effekter av bilavgaser nära vägar. Institutet för vatten - och luftvårdsforskning. Göteborg 1987. 88 s.
5. Anttila, P., Kenttämies, K., Karjalainen-Balk, L., Kauppi, P., Kämäri, J., Savolainen, I. Happamoituminen Suomessa. HAPRON loppuraportti. Ympäristöministeriön ympäristönsuojeluosaston sarja A/89/1990. Helsinki 1990. 89 s.
6. Asetus ajoneuvojen rakenteesta ja varusteista. Suomen säädöskokoelma vuodelta 1992 III. Asetus n:o 1256. Helsinki 1993.
7. Asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä. Suomen säädöskokoelma vuodelta 1992 III. Asetus n:o 1257. Helsinki 1993.
8. Energiatuotannon ja tieliikenteen hiukkaspäästöt ja arvioita niiden vaikutuksesta ilman laatuun. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja C 1990:10. Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta (YTV). Helsinki 1990.
9. Folkesson, L. Miljö- och hälsoeffekter av dubbdäcksanvändning, litteraturoversikt. Väg- och Trafikinstitutet, VTI meddelande 694. Linköping 1992. 36 s.
10. Hallanaro, E-L., Reinikainen, T., Wahlström, E. Ympäristön tila Suomessa. Vesi- ja ympäristöhallitus, ympäristötietokeskus. 1992. 364 s.
11. Haverinen, U. Tielaitos. Suullinen tiedonanto. 14.12.1993.
12. Hiltunen, V., Kartastempää, R., Pohjola, V., Valkonen, E. Liikenteen aiheuttamien epäpuhtauksien leviäminen ympäristöön. Ilmatieteen laitos, ilmanlaatuosasto. Helsinki 1993. 112 s.
13. Hiltunen, V., Jokinen, J., Kartastempää, R., Pesonen, R., Pohjola, V., Rantakrans, E., Valkonen, E. Tampereen ilmanlaadun perusselvitys. Ilmatieteen laitos, ilmanlaatuosasto. Helsinki 1992. 146 s.

14. Holmberg, R., Pihlström, M. Ilmansuojelun kasvillisuusvaikutuskartoitukset Länsi-Uudellamaalla 1991. Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry, Julkaisu 17. Lohja 1992. 22 s.
15. Häkkinen, P. Uudenmaan lääninhallitus. Suullinen tiedonanto. 5.8.1993.
16. Häkkinen, P. Uudenmaan lääninhallitus. Suullinen tiedonanto. 25.10.1993.
17. Junila, P., Kartastenpää, R., Parviainen-Mäkelä, M., Pohjola, V. Liikenteen aiheuttamat ilman epäpuhtaudet - laskentamenetelmän tarkentaminen Helsingissä vuonna 1989. Helsingin kaupungin ympäristönsuojelulautakunta, julkaisu 3/1989. Helsinki 1989. 108 s.
18. Juva, A. Polttoaineen ominaisuuksien vaikutukset päästöihin. Liikenteen päästöjen tekniset vähentämistoimenpiteet - seminaari 30.10.1990. Luentolyhennelmä. 3 s.
19. Kallberg, H. Liikenteen päästöjen vähentäminen. Liikenne yhteiskunnan palvelijana, seminaari 6.10.1993, Keilaniemi, Espoo. 6 s.
20. Kanninen, M. Mitkä ovat ilmastonmuutoksen seuraukset? Kasvihuooneilmiöseminaari, 18.11.1992, Espoo, valtuustosalii. Luentolyhennelmä. 5 s.
21. Kytö, J., Laurikko, J. Moottoriajoneuvojen pakokaasupäästöt: mittaus, lainsäädäntö ja päästöjen vähentämistekniikka. Espoo 1992. 83 s.
22. Liikenneministeriö. Ehdotus toimenpideohjelmaksi liikenteen ympäristöhaittojen vähentämiseksi. Liikenneministeriön julkaisuja 48/93. Helsinki 1993. 30 s.
23. Liikenneministeriö. Liikenne 2000. Toisen parlamentaarisen liikennekomitean mietintö. Komiteanmietintö 1991:3. Helsinki 1992. 342 s.
24. Miljöministeriet, miljöstyrelsen, vejdatalaboratoriet. Luftforurening fra individuel og kollektiv trafik. Miljöprojekt nr. 165. Kööpenhamina 1991. 153 s.
25. Mäkelä, K., Kanner, H., Himanen, V., Laurikko, J., Anila, M. Tieliikenteen pakokaasupäästöt, ennustava tietojärjestelmä Liisa 2.1. VTT, Tie-, geo- ja liikennetekniikan laboratoriot. Tutkimusraportti 67. Espoo 1991. 57 s.
26. Mäkinen, A., Pihlström, M., Ruuhijärvi, R. Pääkaupunkiseudun metsien bioindikaattorisuranta vuonna 1991. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja C 1992:9. Helsinki 1992. 97 s.
27. Neste. 1992. Öljystä muoveihin. 244 s.

28. Nordisk Vegteknisk Förbund. Piggdekk og vintervedlikeholdsstrategi. Nordisk Vegteknisk Förbund, Utvalg 41, Drift og vedlikehold av veger og gater, Rapport nr. 6. Oslo 1992. 70 s.
29. Pastinen, V., Vatanen, M. Kaupunkiliikenteen energiankulutus ja päästöt; esitutkimus. Helsinki 1992. 54 s.
30. Ristikartano, J. KEHAR 2.2 version muutokset ja asentaminen. Muis-tio 17.6.1992. Tiehallitus, kehittämiskeskus.
31. Salo, J. Tieliikenteen pakokaasupäästöt. Diplomityö. Teknillinen Kor-keakoulu. Espoo 1989. 197 s.
32. Sammallahhti, J. Tien tasaisuuden vaikutus ajokustannuksiin. Kesken-eräinen diplomityö. Tampereen teknillinen korkeakoulu. Tampere 1993. 98 s.
33. Tiehallitus, kehittämiskeskus. Tieliikenteen pakokaasupäästöt, Perus-tietoja, laskentamenetelmät. Helsinki 1990. 33 s.
34. Tiehallitus, kehittämiskeskus. Tieliikenteen päästöjen haittojen kus-tannukset. Sisäinen julkaisu 3/1992. Helsinki 1992. 116 s.
35. Tiehallitus, kehittämiskeskus. Tieliikenteen melun ja pakokaasujen terveys- ja viihtyvyyshaittojen arviointi. Sisäinen julkaisu 8/1992. Hel-sinki 1992. 46 s.
36. Tiehallitus, kehittämiskeskus. Yleisten teiden ympäristön tilan selvitys, ilmanlaatu. Tielaitoksen selvityksiä 76/1992. Helsinki 1992. 38 s.
37. Tiehallitus. Tielaitos ja ympäristö. Tielaitoksen ympäristöpolitiikka 1992. Helsinki 1992. 29 s.
38. Tiehallitus, tuotanto-osasto. Nastojen, hiekoituksen ja suolauksen ai-heuttama pöly ja sen leviäminen ympäristöön, kirjallisuusselvitys. Tal-vi- ja tieliikenneprojekti, alaprojekti B: ympäristö. Tielaitoksen selvityk-siä 70/92. Helsinki 1992. 41 s.
39. Tielaitos, kehittämiskeskus. Ajankohtaisia ympäristöasioita. Helsinki 12.8.1993. 10 s.
40. Tielaitos, tiehallitus. Kunnossapidon ohjaus. Teiden talvihoito II, me-netelmäohjeet. Helsinki 1992. 74 s.
41. Tielaitos, tiehallitus. Ympäristötiedot ja tietolähteet tiensuunnittelussa. Helsinki 1991. 53 s.
42. Tielaitos, tuotannon palvelukeskus. Yleisten teiden kunnossapitotilas-to 1992. Tielaitoksen tilastoja 2/1993. Helsinki 1993. 81 s.
43. Tilastokeskus. Liikenne ja ympäristö. Ympäristö 1992:2. Helsinki 1992. 272 s.

44. Trafikk og miljø. Saertrykk fra Samferdsel nr 3-91.
45. Wink, R. Neste Oy. Suullinen tiedonanto. 29.7.1993.
46. Ympäristöministeriö, ympäristönsuojeluosasto. Ilmanlaadun ohjearvo-työryhmän mietintö. Työryhmän mietintö 72/1993. Helsinki 1993. 186 s.
47. Ympäristötietokeskus. Ympäristökatsaus 1/1992, päästöt ja ilmanlaatu. Helsinki 1992. 16 s.
48. YTV, ympäristötoimisto. Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla. Katsaus ilmanlaadun mittaustuloksiin vuosilta 1976-1992. Helsinki 1993. 19 s.

N:o 537

Valtioneuvoston päätös

ilman laatua koskevista ohjeista

Annettu Helsingissä 28 päivänä kesäkuuta 1984

Valtioneuvosto on 25 päivänä tammikuuta 1982 annetun ilmansuojelulain (67/82) 9 §:n nojalla ympäristöministeriön esittelystä päättänyt:

1 §

Ohjearvot

Ilman pilaantumisen ehkäisemisessä on ohjeena, että rikkidioksidin, hiukkasten, typpidioksidin ja hiilimonoksidin keskimääräinen pitoisuus ulkoilmassa on 2, 3 ja 4 momentissa mainituin poikkeuksin enintään seuraava:

aine	aika	enimmäis- pitoisuus
rikkidioksidi (SO ₂)	vuosi	40 µg/m ³
	vuorokausi	200 µg/m ³
	tunti	500 µg/m ³
hiukkaset (kokonaisleijuma)	vuosi	60 µg/m ³
	vuorokausi	150 µg/m ³
typpidioksidi (NO ₂)	vuorokausi	150 µg/m ³
	tunti	300 µg/m ³
hiilimonoksidi (CO)	8 tuntia	10 mg/m ³
	tunti	30 mg/m ³

Ilman rikkidioksidipitoisuuden vuorokausikeskiarvo voi yhden kerran 30 vuorokauden pituisen jakson kuluessa ylittää 1 momentin taulukossa annetun vuorokausikeskiarvon, kuitenkin niin, että korkeintaan kaksi prosenttia vuorokausikeskiarvoista on yhden vuoden pituisen jakson kuluessa suurempia kuin taulukon arvo. Ilman rikkidioksidipitoisuuden tuntikeskiarvoista voi yksi prosentti 30 vuorokauden pituisen jakson kuluessa olla suurempi kuin taulukon tuntikeskiarvo.

Ilman hiukkaspitoisuuden vuorokausikeskiarvoista voi kolme prosenttia 60 vuorokauden pituisen jakson kuluessa ylittää 1 momentin taulukossa annetun vuorokausikeskiarvon, kuitenkin niin, että korkeintaan kaksi prosenttia vuorokausikeskiarvoista yhden vuoden pituisen jakson kuluessa on suurempia kuin taulukon arvo.

Ilman typpidioksidipitoisuuden vuorokausikeskiarvo voi yhden kerran 30 vuorokauden pituisen jakson kuluessa ylittää 1 momentin taulukossa annetun vuorokausikeskiarvon, kuitenkin niin, että korkeintaan kaksi prosenttia vuorokausikeskiarvoista on yhden vuoden pituisen jakson kuluessa suurempia kuin taulukon arvo. Ilman typpidioksidipitoisuuden tuntikeskiarvoista voi yksi prosentti 30 vuorokauden pituisen jakson kuluessa olla suurempi kuin taulukon tuntikeskiarvo.

2 §

Alueellinen ohjearvo

Ilman pilaantumisen ehkäisemisessä on pyrittävä siihen, että ilman rikkidioksidipitoisuus ei laajoilla maa- ja metsätalousalueilla tai luonnon-suojelun kannalta merkityksellisillä alueilla ylitä 25 µg/m³ vuosikeskiarvona.

3 §

Pitkän ajan tavoite

Ilmansuojelun yleisessä kehittämisessä on pitkän ajan tavoitteena saavuttaa kansallisin ja kansainvälisin toimin se, että ilmasta maahan ja vesiin laskeutuvien rikkijyhdisteiden määrä rikiksi

LIITE 1

Sivu 2 (3)

N:o 537

laskettuna (*rikkilaskeuma*) ei 2 §:ssä tarkoitetuilla alueilla ole suurempi kuin 0,5 g/m² vuodessa.

4 §

Täytäntöönpano-ohjeet

Ympäristöministeriö antaa tarkempia ohjeita ilman laadun mittaus- ja määrittämenetelmistä ja

Helsingissä 28 päivänä kesäkuuta 1984

niiden soveltamisesta sekä tämän päätöksen muusta täytäntöönpanosta.

5 §

Voimaantulo

Tämä päätös tulee voimaan 1 päivänä syyskuuta 1984.

Ympäristöministeri *Matti Ahde*

Toimistopäällikkö Alec Estlander

LIITE 1

Sivu 3 (3) /46/

Seuraavassa on esitetty työryhmän ehdotus valtio-neuvoston päätökseksi ilmanlaadun ohjearvoista:

Ilman pilaantumisen aiheuttamien terveydellisten haittojen ehkäise-misessä on ohjeena, että hiilimonoksidin, typpidioksidin, rikki-dioksidin, hiukkasten ja haisevien rikkiyhdisteiden pitoisuus ulkoilmassa on enintään seuraava:

Aine	Aika	Ohjearvo	
Hiili-monoksidi (CO)	tunti	20 mg/m ³	enimmäispitoisuus
	8 tuntia	8 mg/m ³	enimmäispitoisuus
Typpi-dioksidi (NO ₂)	tunti	150 µg/m ³	sallitaan enintään 1 % ylityksiä/kuukausi
	vuorokausi	70 µg/m ³	sallitaan enintään 1 ylitys/kuukausi
Rikki-dioksidi (SO ₂)	tunti	250 µg/m ³	sallitaan enintään 1 % ylityksiä/kuukausi
	vuorokausi	80 µg/m ³	sallitaan enintään 1 ylitys/kuukausi
Hengitet- ävät hiuk- kaset (PM ₁₀)	vuorokausi	70 µg/m ³	sallitaan enintään 1 ylitys/kuukausi
Kokonais- leijuma (TSP)	vuorokausi	120 µg/m ³	sallitaan enintään 2 % ylityksiä/vuosi
	vuosi	50 µg/m ³	aritmeettinen keskiarvo
Haisevien rikkiyhd- isteiden koko- naismäärä (TRS)	vuorokausi	20 µg/m ³	sallitaan enintään 1 ylitys/kuukausi
			TRS ilmoitetaan rikkidioksidina

Ilman pilaantumisen aiheuttamien suorien kasvillisuusvaikutusten ehkäisemisessä on ohjeena, että typen oksidien (typpioksidin ja typpidioksidin summa) vuosiarvo ei ylitä 30 µg/m³ typpidioksidiksi laskettuna ja että rikkidioksidin vuosiarvo tai talvikauden (loka-maaliskuu) arvo ei ylitä 20 µg/m³. Lisäksi alueilla, joiden vuosit-taisen tehoisan lämpösumman pitkän ajan keskiarvo on alle 1000, astepäivää, on ohjeena, että rikkidioksidin vuosiarvo tai talvi-kauden (loka-maaliskuu) arvo on enintään 15 µg/m³.

Ilman pilaantumisen aiheuttamien järvi- ja metsäekosysteemi vaikutus-ten ehkäisemisessä on pitkän ajan tavoitteena, että rikkilaskeuman vuosiarvo ei ylitä rikkiniä 0,3 g/m². Tavoitteen saavuttamiseen pyritään kansainvälisin ja kansallisin toimin.

Kansainväliset ilmansuojelusopimukset

Rikkipäästöjen vähentäminen

- ECE* Rikkipöytäkirja Helsingissä 1985. Tavoite: -30% (1980-1993)
Uusi pöytäkirja kriittisten kuormien pohjalta on valmisteilla.
- Suomi* Rikkitoimikunnan vähennysohjelma 1987. Tavoite: -50% (1980-)
Rikkitoimikunta II vähennysohjelma 1993. Tavoite -80% (1980-2001)

Typenoksidien vähentäminen

- ECE* Sofian pöytäkirja 1988. Tavoite: 0% (1987-1995)
Sofian julistus 1988. Tavoite: -30% (1980-1998)
- Suomi* Typenoksiditoimikunta 1990. Tavoite: teknisin keinoin -15% (1980-2000)

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden vähentäminen

- ECE* Hiilivetypöytäkirja Genevessä 1991. Tavoite: -30% (1988-1999)

Otsonikerroksen suojelu

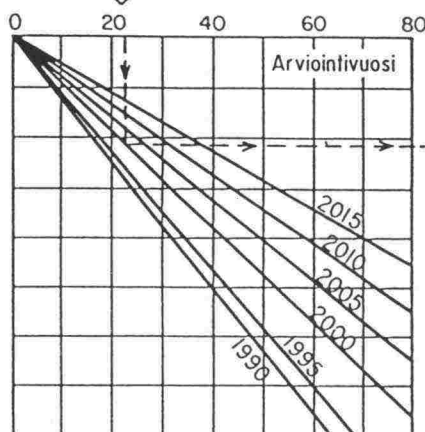
- UNEP* Montrealin pöytäkirja, Kööpenhaminan muutos 1991.
Tavoite: Halogenoidut hiilivedyt (CFC), halonit; -100% (1991-1996)
- Suomi* Tavoite: Halogenoidut hiilivedyt (CFC), halonit; -100% (1991-1995)

Ilmastonsuojelu

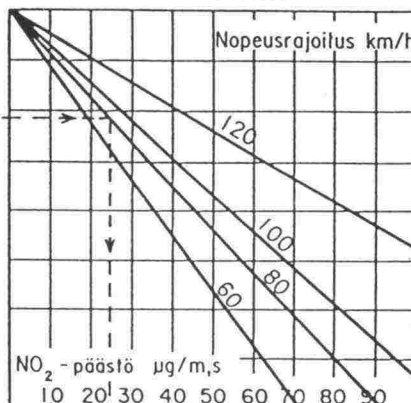
- YK* Ilmaston muutosta koskeva puitesopimus Rio de Janeirossa 1992.
(Kasvihuonekaasujen päästöt, nielut ja varastot). Tavoite: 0% (1990-2000)

Maanteiden TYPPIOKSIDIPITOISUUKSIEN (NO₂) arviointilomake

Liikennemäärä
1000 ajoneuvoa/ vrk



Päästön arviointi



Lähtötiedot

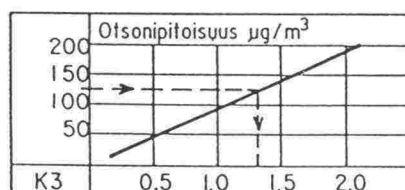
- Liikennemäärä (KVL) _____ ajon/vrk
 - Arviointivuosi _____
 - Vuodenaika kesä ☐ talvi ☐
 - Nopeusrajoitus _____ km/h
 - Etäisyys tien keskikohdasta _____ m
- Korjaustiedot
- | | Oma arvo | Mallin arvo |
|---|----------|--------------------------|
| • Huipputunnin liikenteen osuus KVL:stä % | _____ | <input type="checkbox"/> |
| • Raskaan liikent. osuus % | _____ | <input type="checkbox"/> |
| • NO ₂ -n taustapitoisuus | _____ | <input type="checkbox"/> |
| • Otsonin taustapitoisuus | _____ | <input type="checkbox"/> |

Korjauskertoimet

Huipputunnin liikenteen osuus KVL:stä					
%	10	15	20	25	
K ₁	0.7	1.0	1.3	1.5	

Raskaan liikenteen osuus					
%	10	12	15	20	
K ₂	0.9	1.0	1.1	1.3	

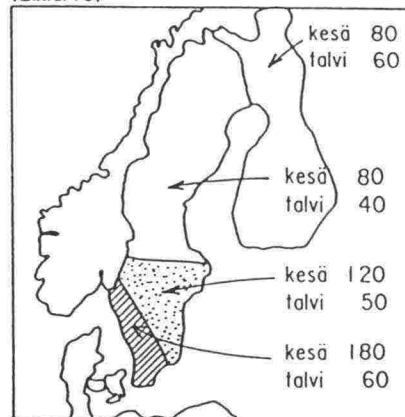
$K_A = K_1 \times K_2 =$



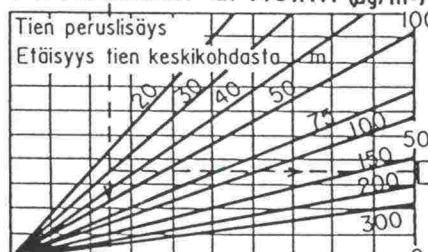
$K_B = K_A \times K_3 =$

Otsonipitoisuus µg/m³

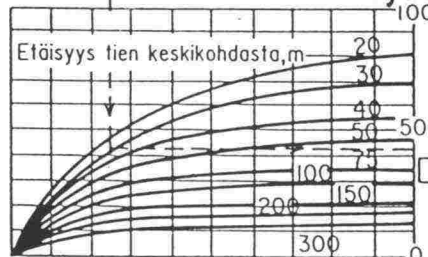
(Likiarvo)



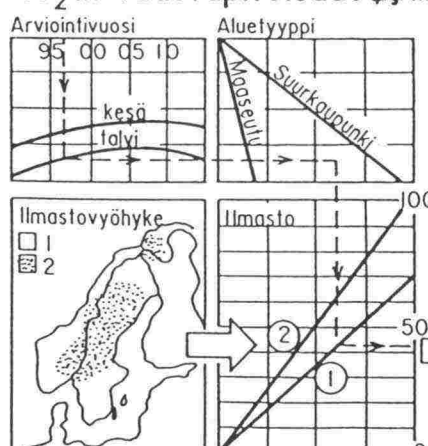
Pitoisuuden arviointi (µg/m³)



Muutunnan aiheuttama lisäys



NO₂-n taustapitoisuus (µg/m³)



Arvioidut NO₂-pitoisuudet

Tien peruslisäys

× =

Nomogrammin mukainen lähtöarvo
Korjauskertoimen K_A

Muutunnan aiheuttama lisäys

× =

Nomogrammin mukainen lähtöarvo
Korjauskertoimen K_B

Taustapitoisuus

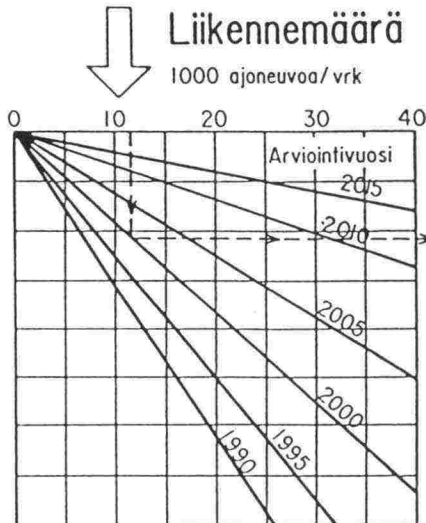


ARVIOITU NO₂-TUNTIPITOISUUS µg/m³
OHJEARVO 300

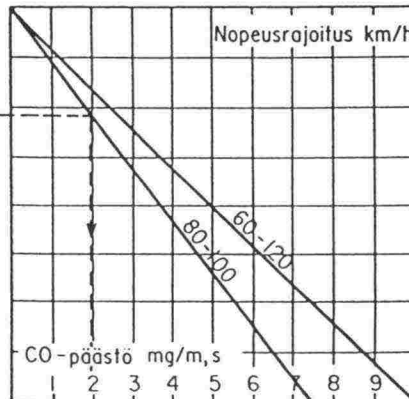
Lopputulos

Maanteiden HIILIMONOKSIDIPITOISUUKSIEN (CO) arviointilomake

Tie _____
Arviointipiste _____
Päiväys _____ Allekirjoitus _____



Päästön arviointi



Lähtötiedot

- Liikennemäärä(KVL) _____ ajon./vrk
- Arviointivuosi _____
- Vuodenaika kesä ☐ talvi ☐
- Nopeusrajoitus _____ km/h
- Etäisyys tien keskikohdasta _____ m

- Korjaustiedot**
- | | Oma arvo | Mallin arvo |
|--|----------|--------------------------|
| • Tuntiliikenteen osuus KVL:stä (kahdeksan tunnin ka.) | _____ | <input type="checkbox"/> |
| • Raskaan liikent. osuus % | _____ | <input type="checkbox"/> |
| • CO:n taustapitoisuus | _____ | <input type="checkbox"/> |

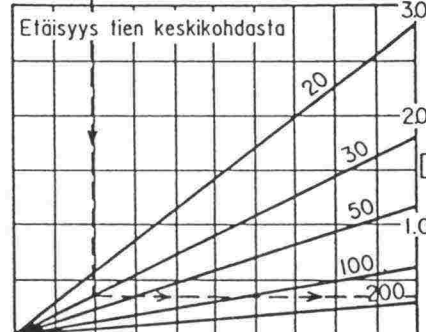
Korjauskertoimet

Tuntiliikenne (kahdeksan tunnin ka.)KVL:stä				
%	5	10	15	20
K ₁	0.5	1.0	1.5	2.0

Raskaan liikenteen osuus				
%	10	12	15	20
K ₂	1.0	1.0	1.0	0.9

K_A = K₁ x K₂ =

Pitoisuuden arviointi (mg/m³)



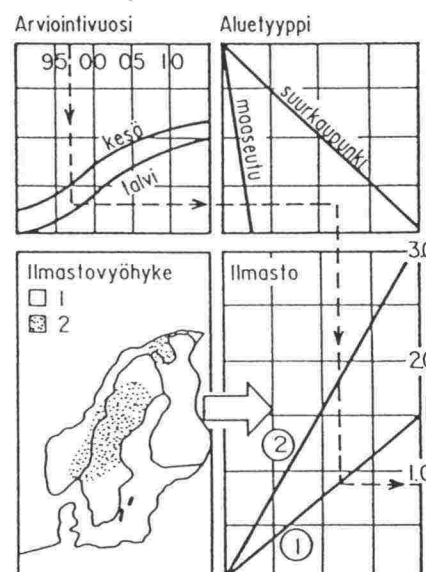
Arvioidut CO-pitoisuudet

Tien peruslisäys

× =

Nomogrammin mukainen lähtöarvo Korjauskerroin K_A

Taustapitoisuus (mg/m³)

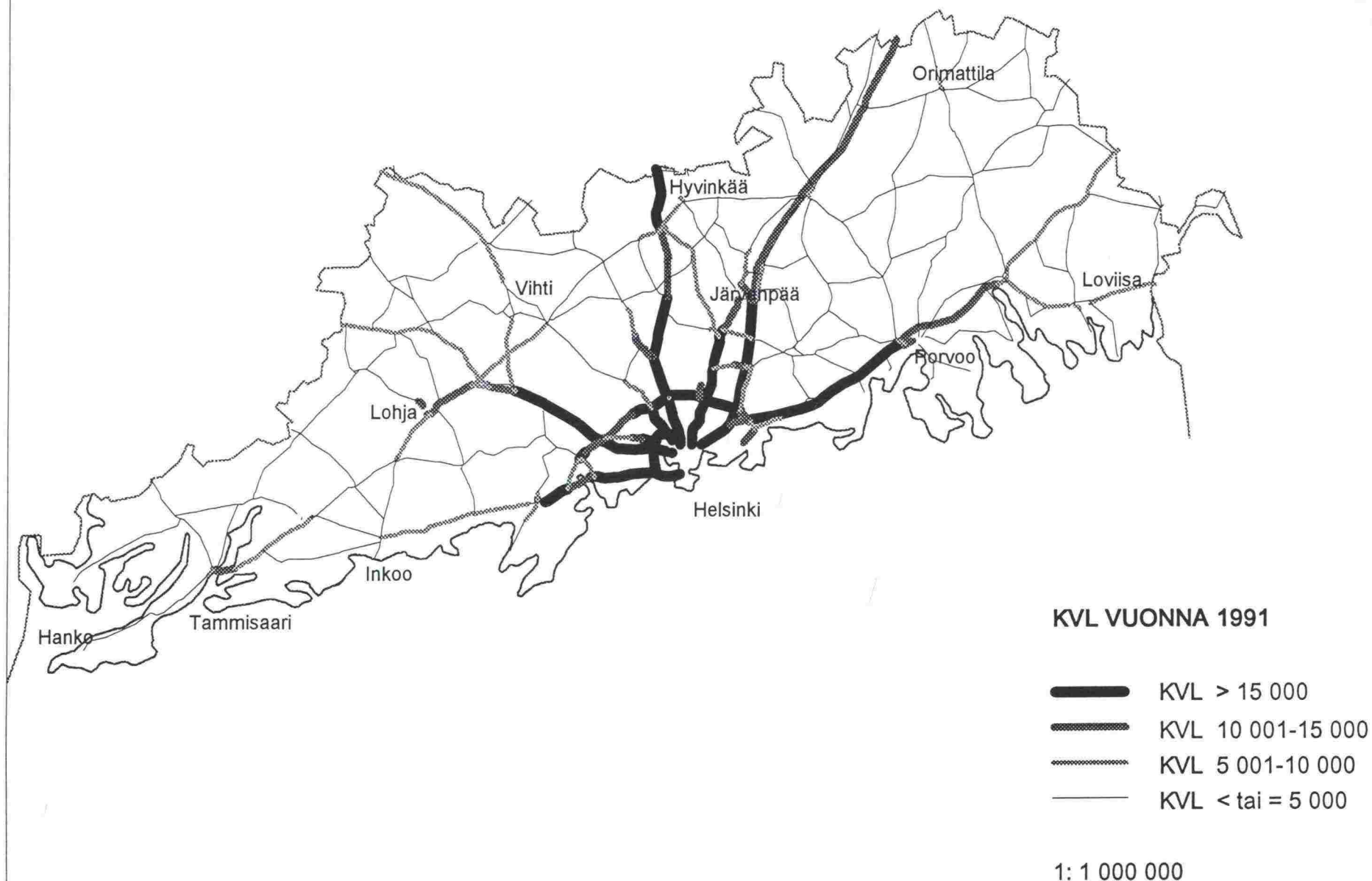


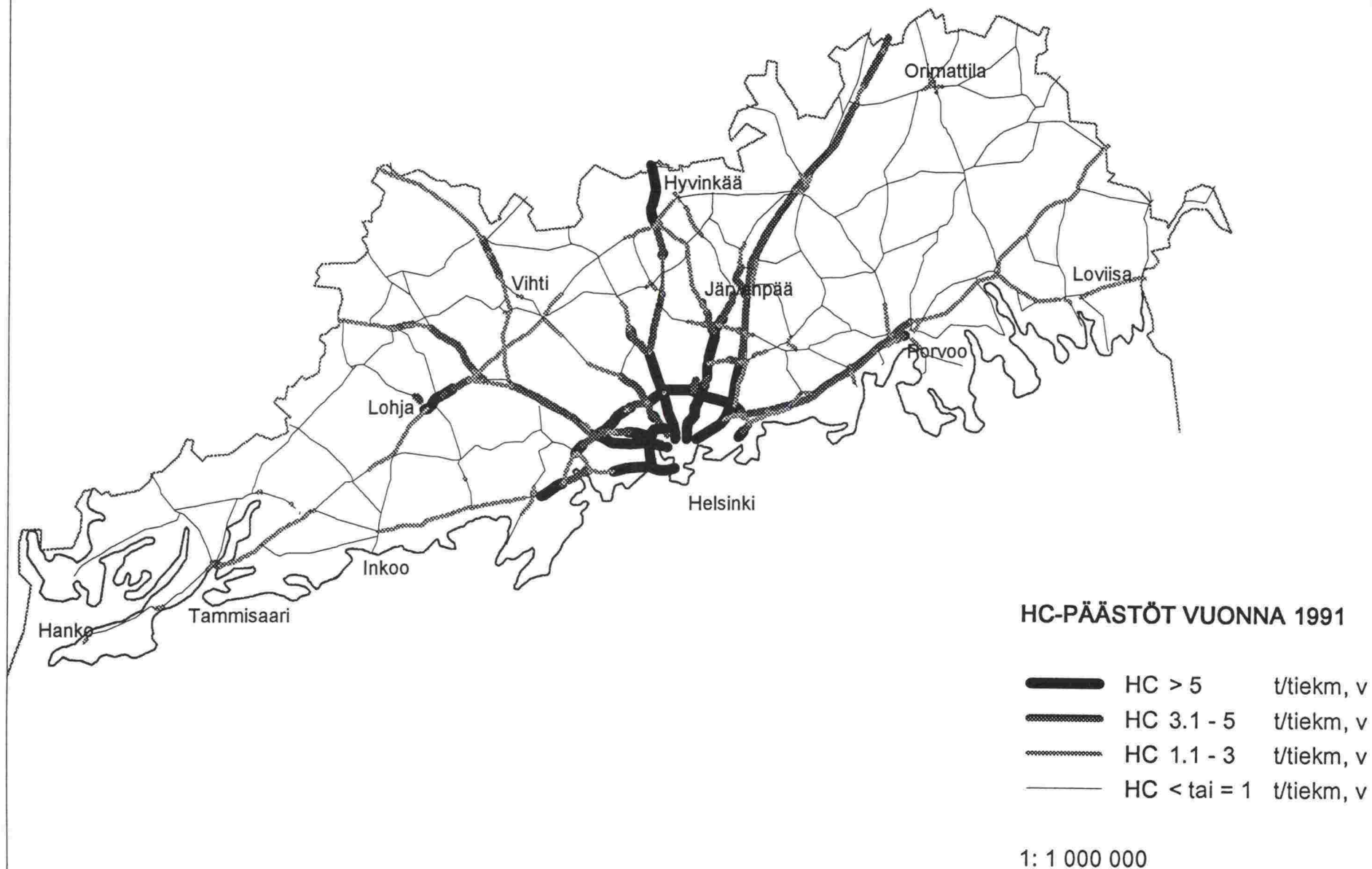
Taustapitoisuus

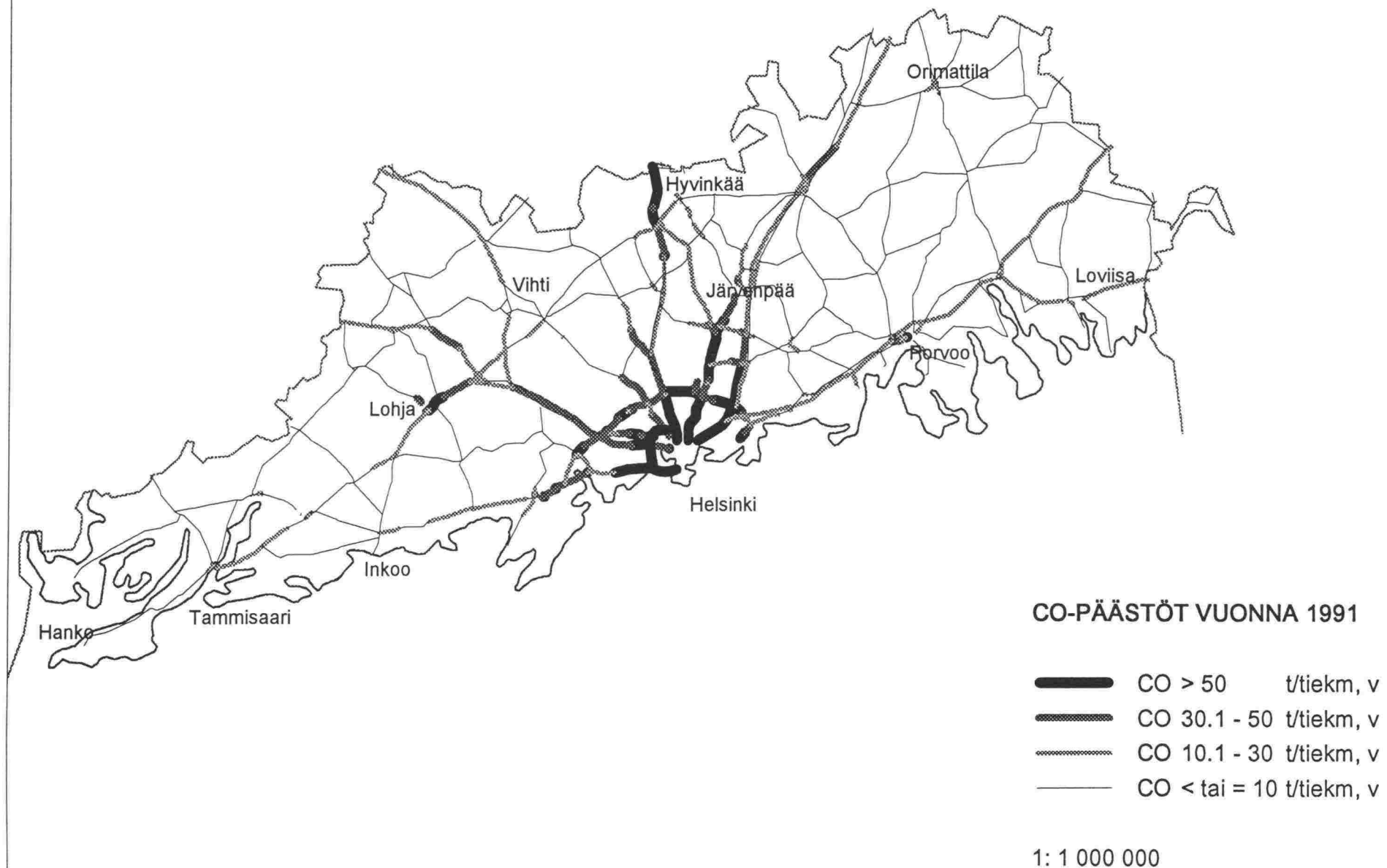
Osuuksien summa x 1,4

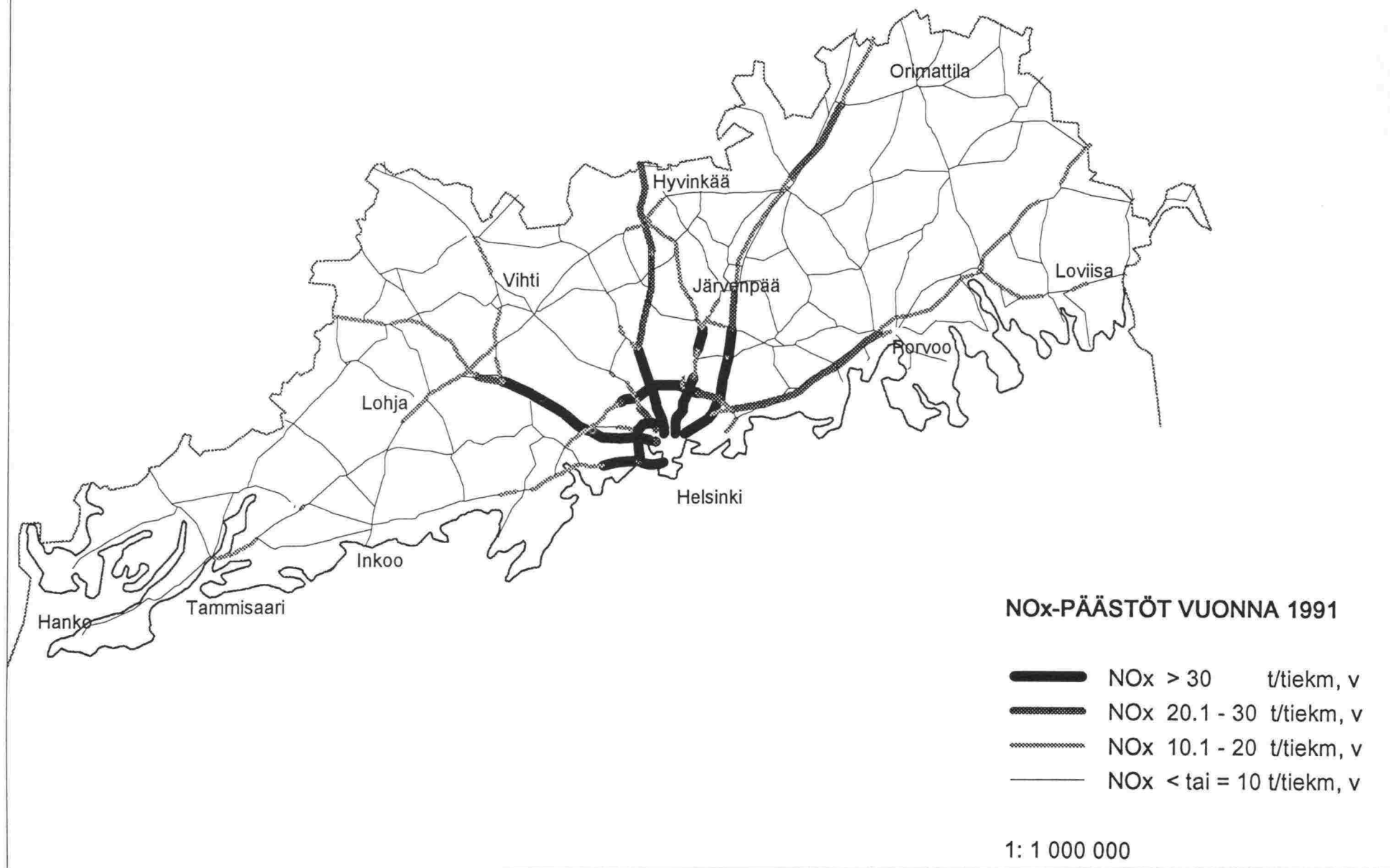
ARVIOITU 8 TUNNIN CO-PITOISUUS mg/m³
OHJEARVO 10

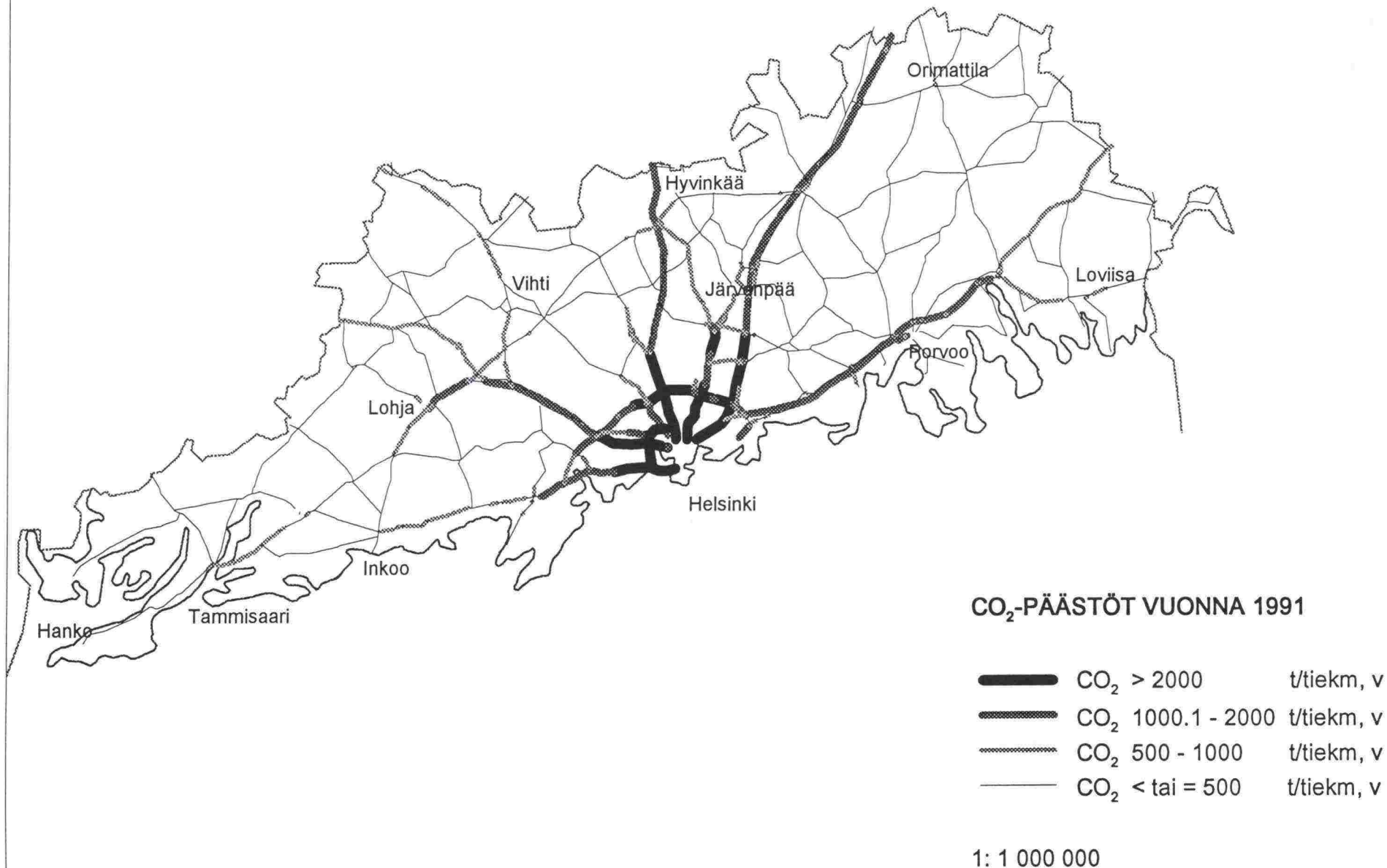
Lopputulos

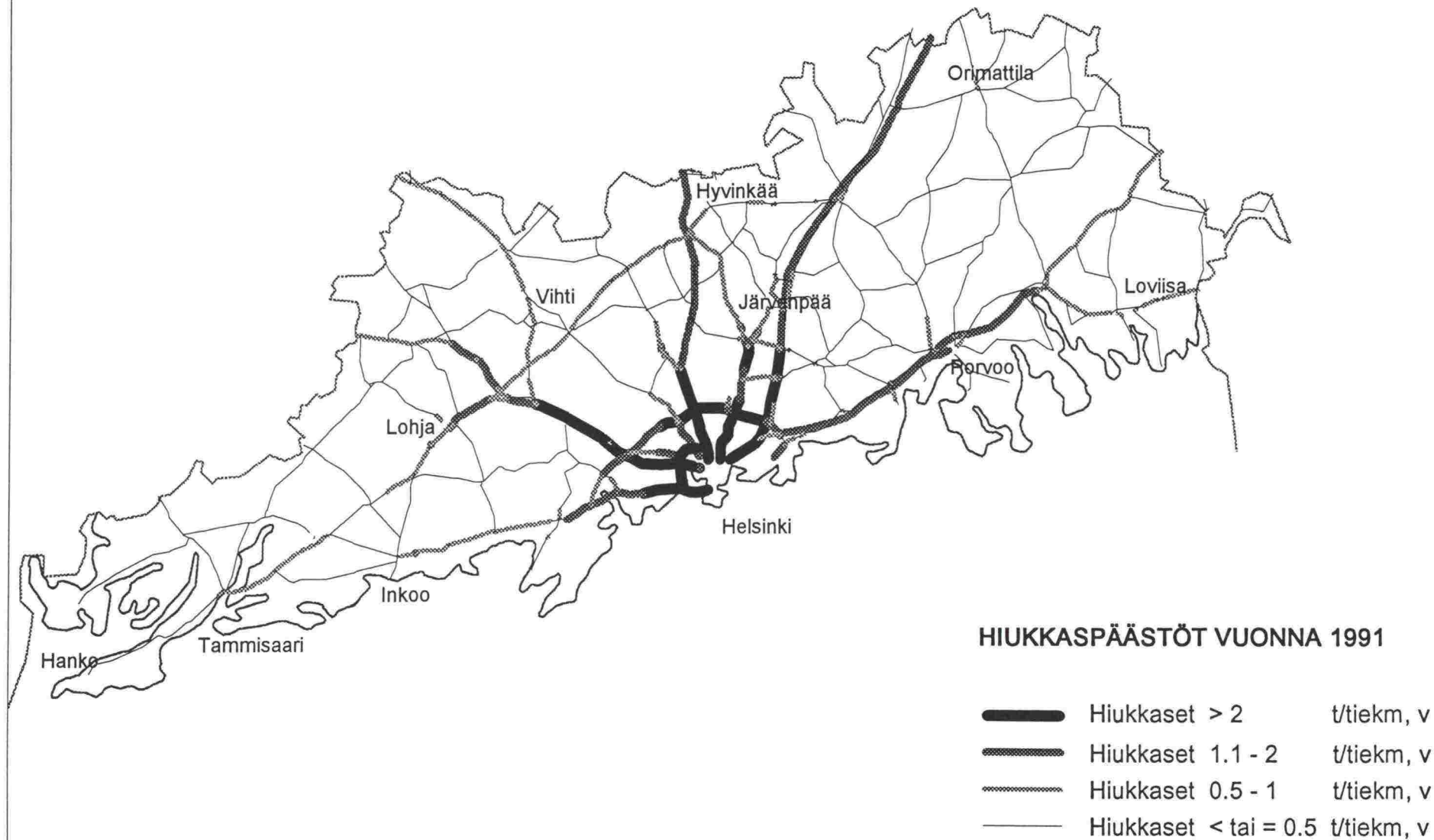




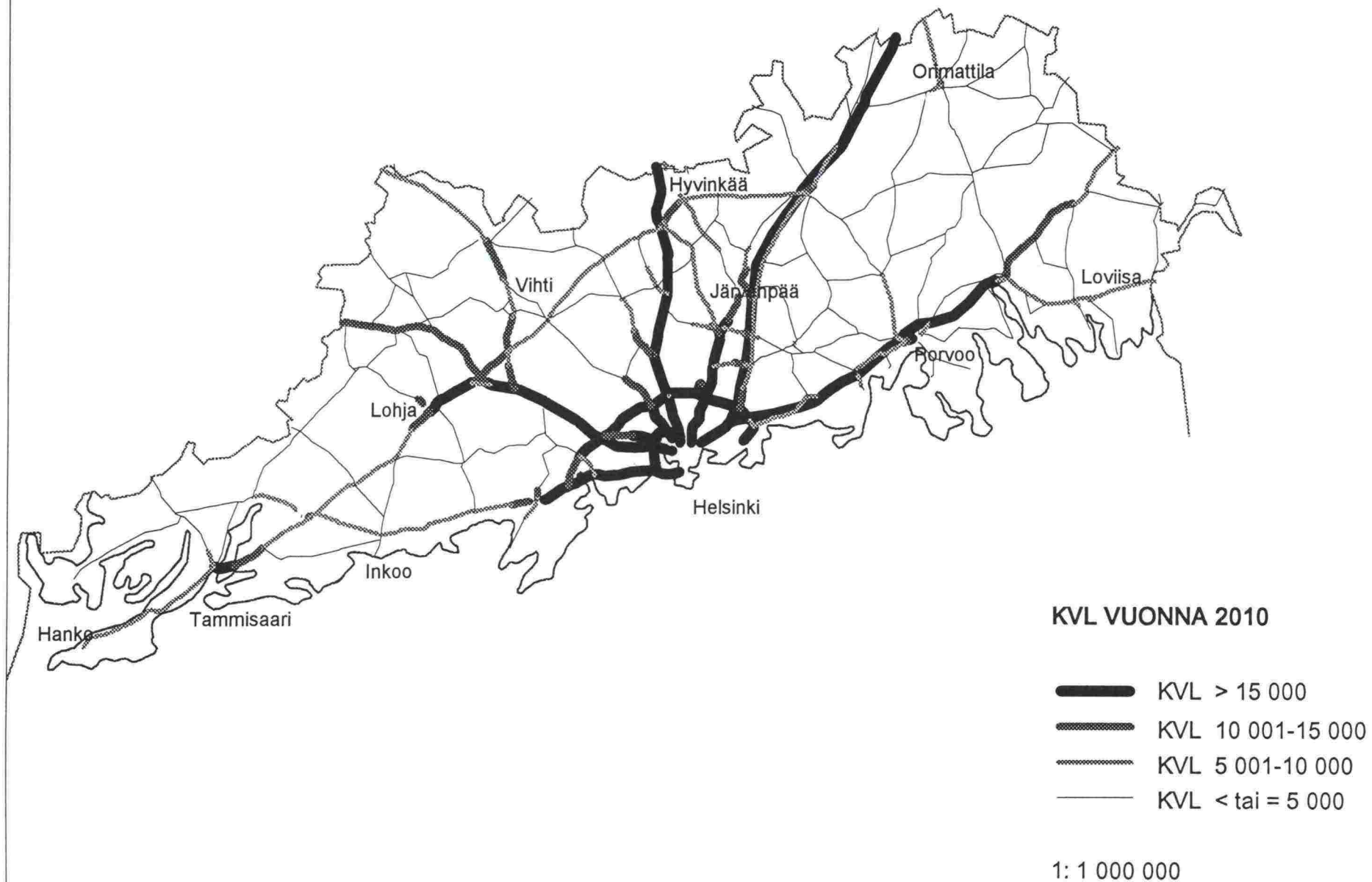


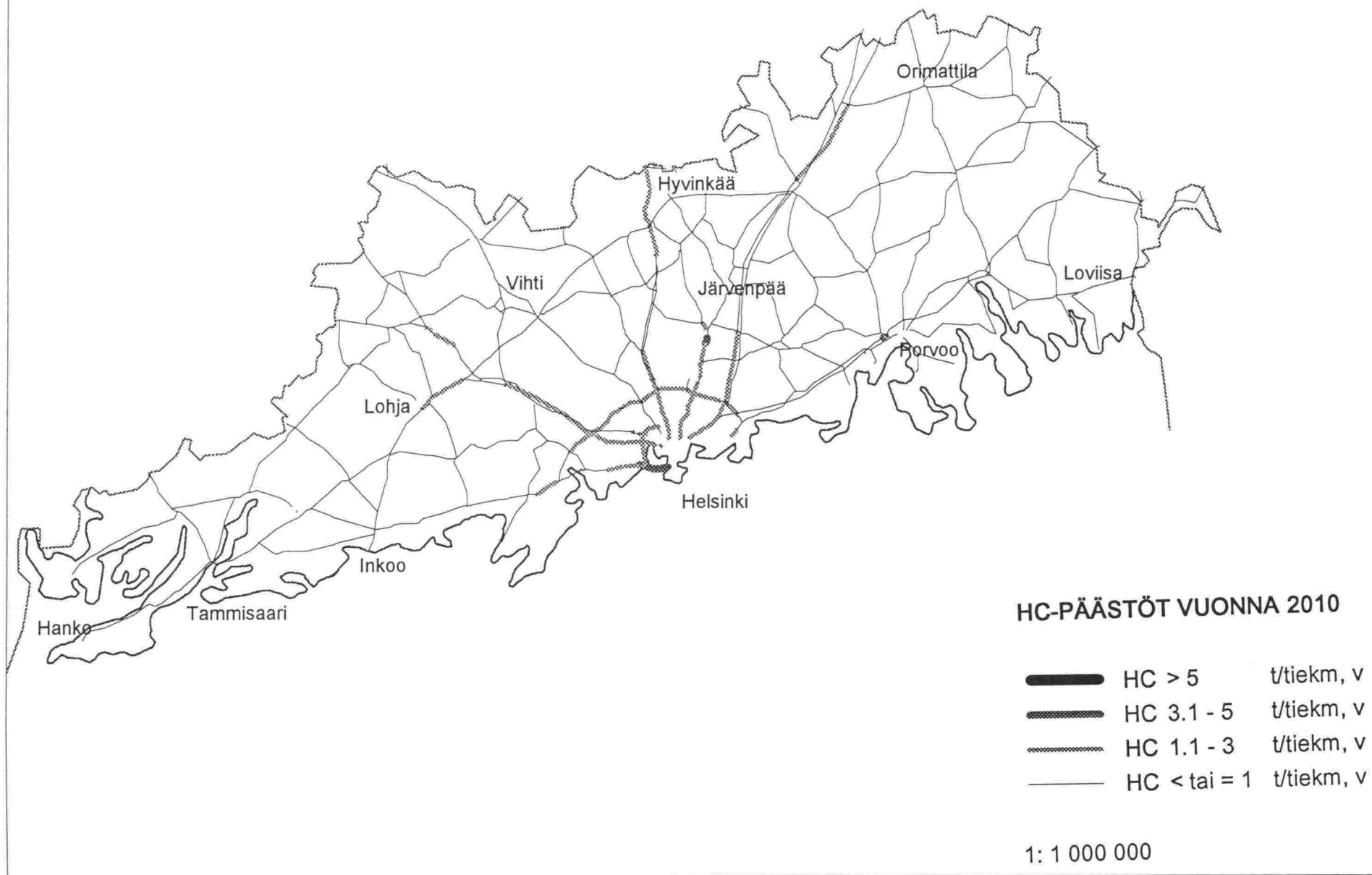


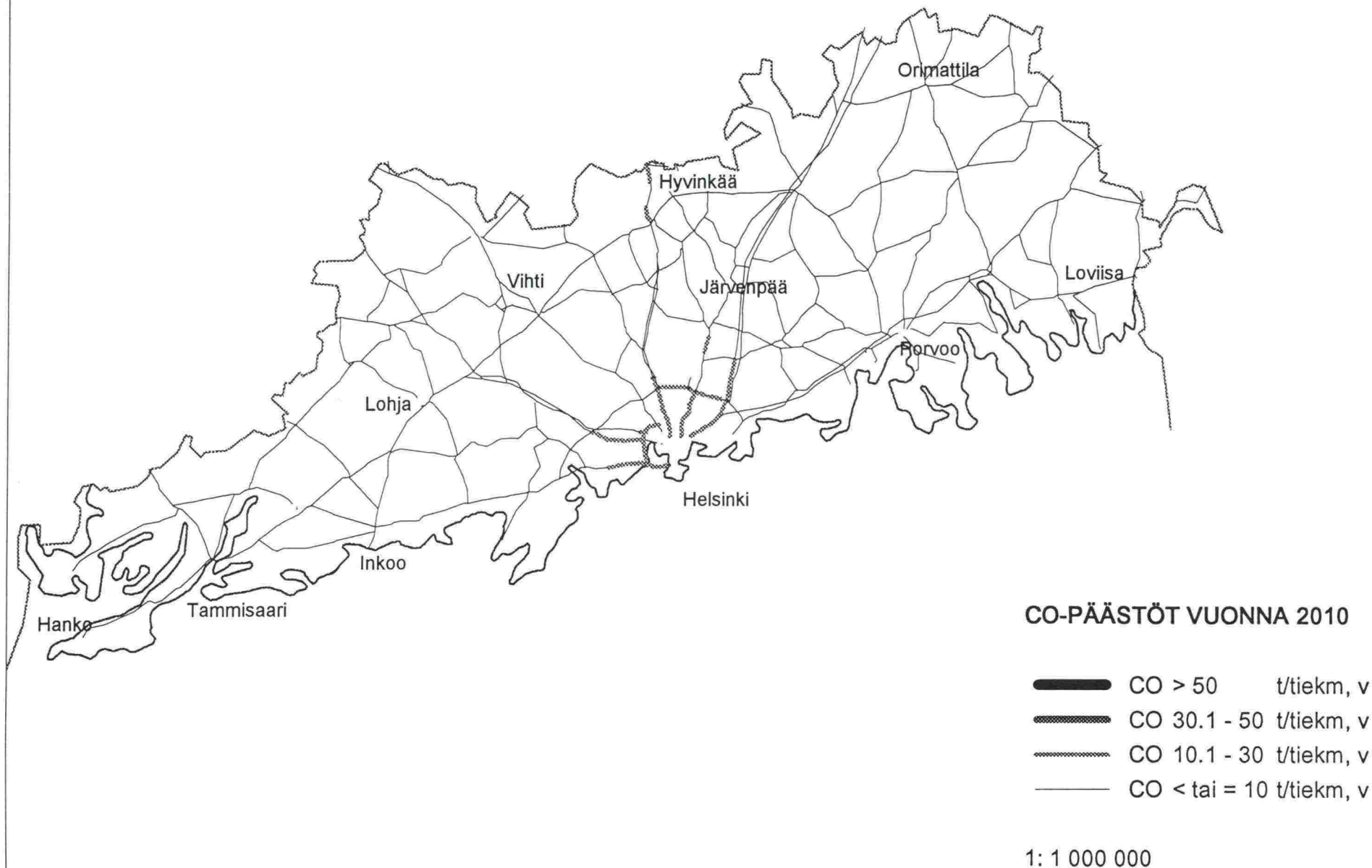


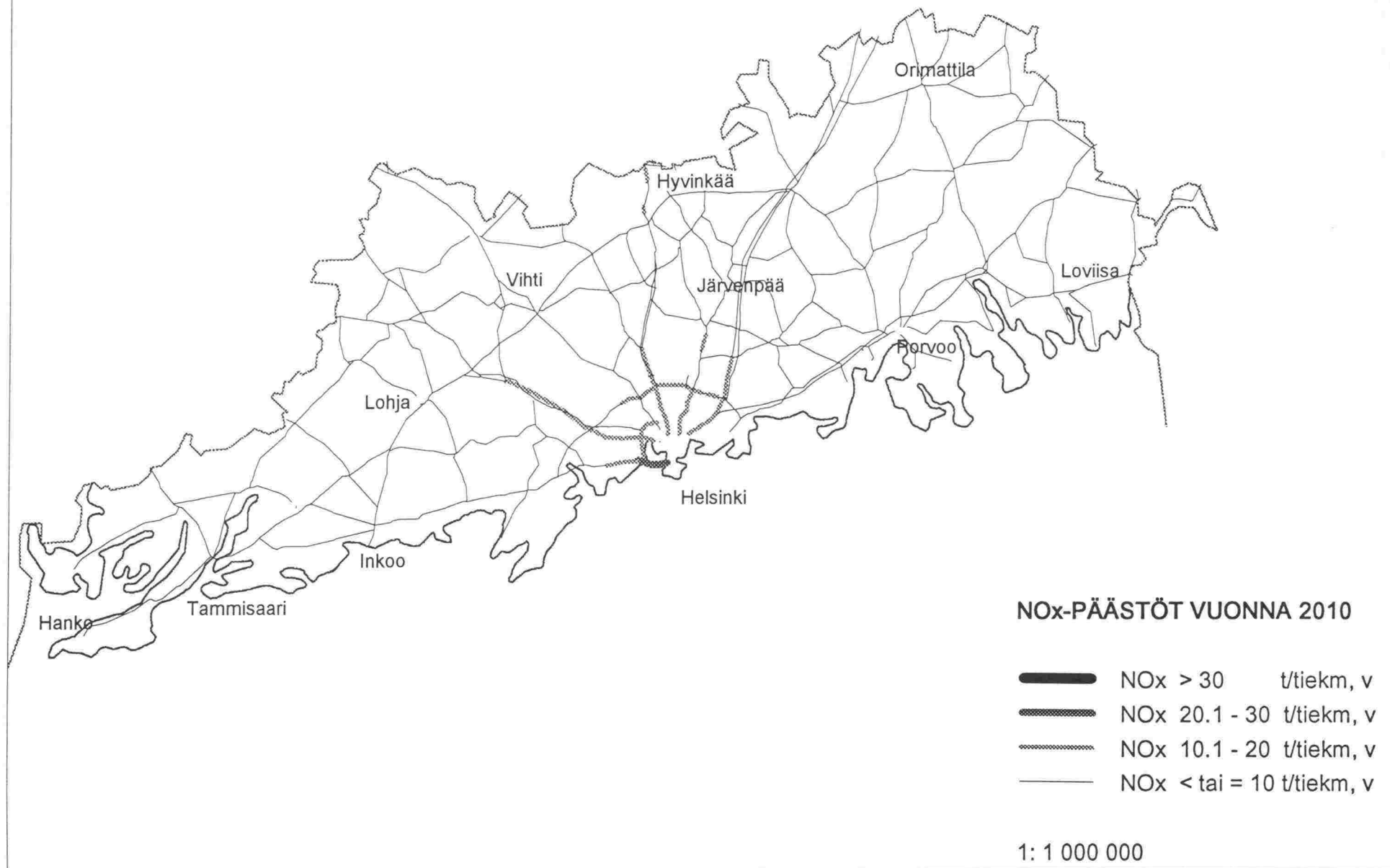


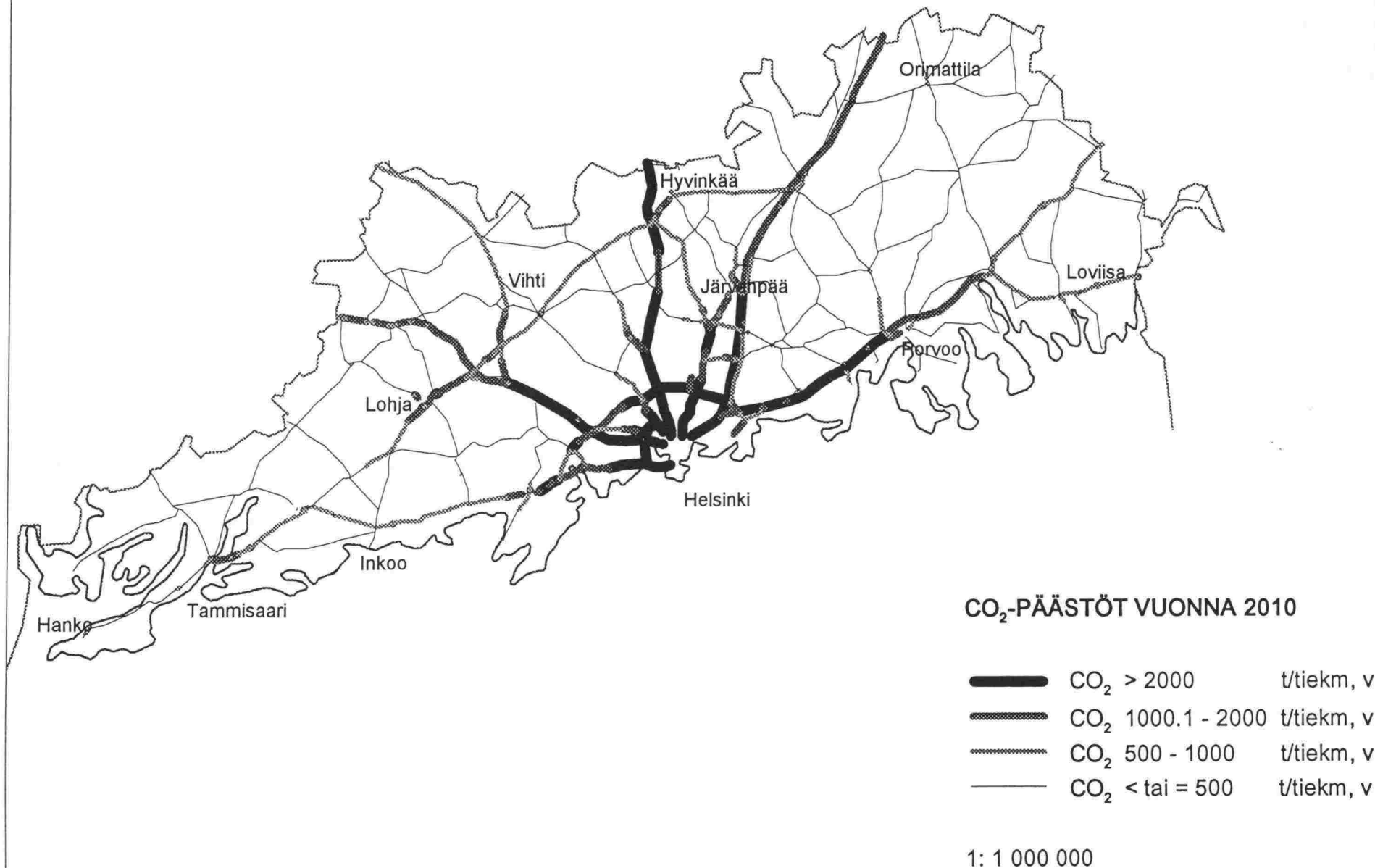
1: 1 000 000

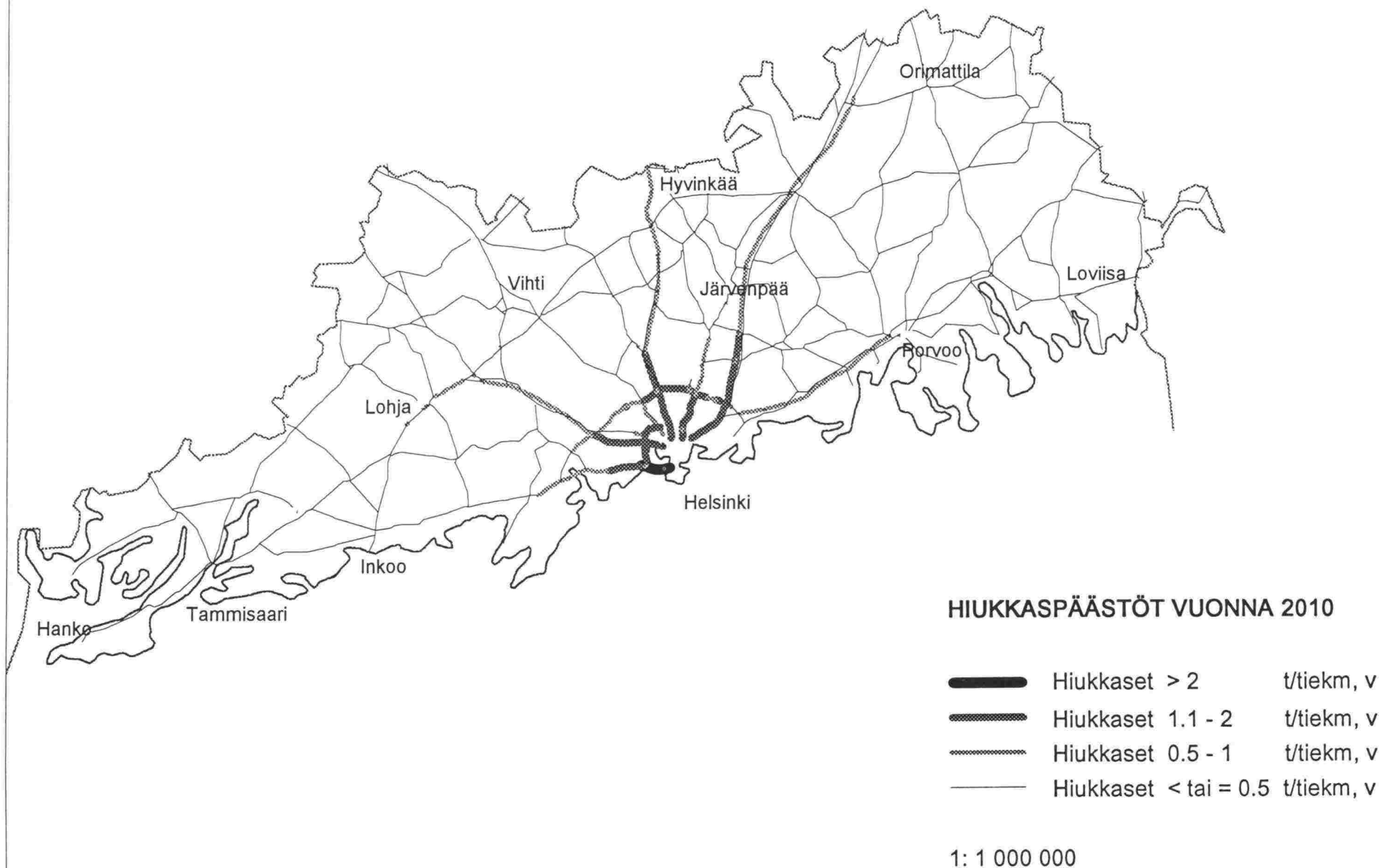












LIITE 5

Sivu 1 (2)

Tieosat, joilla hiilimonoksidipitoisuudet laskettiin ja kahdeksan tunnin ohjearvoon verrannolliset tulokset. Ohjearvo on 10 mg/m³.

Tie	Tieosa	KVL	Raskaiden ajoneuv. osuus, %	Nopeusrajoitus, km/h	CO tien peruslisäys, mg/m ³	CO taustapitoisuus, mg/m ³	LOPPU-TULOS, mg/m ³
3	101	40 241	7	80	2,1	1,3	4,8
4	102	40 146	8	100	2	1,3	4,6
4	103	40 146	8	100	2	1,3	4,6
4	103	33 424	8	120	2,2	1,3	4,9
4	104	35 109	7	120	2,4	1,3	5,2
4	105	31 433	7	120	2,1	1,3	4,8
50	6	35 835	10	70	2,4	1,3	5,2
50	7	35 835	10	70	2,4	1,3	5,2
51	1	57 198	5	50	3,6	1,3	6,9
51	1	57 198	5	80	2,7	1,3	5,6
51	2	57 198	5	80	2,7	1,3	5,6
51	3	57 198	5	80	2,7	1,3	5,6
101	1	31 280	7	60	1,9	1,3	4,5
101	2	39 046	7	60	2,5	1,3	5,3
101	2	39 046	7	70	2,5	1,3	5,3
101	3	39 645	7	70	2,5	1,3	5,3
101	3	39 645	7	60	2,5	1,3	5,3
101	4	39 645	7	60	2,5	1,3	5,3
101	4	39 645	7	80	2,1	1,3	4,8

LIITE 5

Sivu 2 (2)

Tieosat, joilla typpidioksidipitoisuudet laskettiin ja tunnin ohjearvoon verrannolliset tulokset. Lopputuloksissa on mukana taustan aiheuttama lisäys (40 µg/m³). Ohjearvo on 300 µg/m³.

Tie	Tieosa	KVL	Raskaiden ajoneuv. osuus, %	Nopeusrajoitus, km/h	NO ₂ tien peruslisäys, µg/m³	Muutunnan aiheuttama lisäys, µg/m³	LOPPUTULOS, µg/m³
1	4	34 001	7	100	56	33,6	129,6
1	5	29 574	7	100	47	31,7	118,7
3	101	40 241	7	80	57,7	33,3	131
3	103	29 065	8	100	46,5	31,7	118,2
3	103	28 140	8	120	70	36,5	146,5
4	102	40 146	8	100	67,2	35,7	142,9
4	103	40 146	8	100	67,2	35,7	142,9
4	103	33 424	8	120	86,8	38,1	164,9
4	103	33 424	8	100	55,4	33,1	128,5
4	104	35 109	7	120	88,5	38,1	166,6
4	105	31 433	7	120	81,2	37,1	158,3
50	6	35 835	10	80	52,9	35,1	128
50	6	35 835	10	70	48,2	34	122,2
50	6	35 835	10	70	48,2	34	122,2
50	7	35 835	10	70	48,2	34	122,2
51	1	57 198	5	50	46,1	29	115,1
51	1	57 198	5	80	70,6	32,8	143,4
51	2	57 198	5	80	70,6	32,8	143,4
51	3	57 198	5	80	70,6	32,8	143,4
51	4	37 379	5	80	45,1	28,6	113,7
51	4	37 379	5	100	55,4	30,7	126,1
51	5	36 238	6	100	54,1	31,5	125,6
101	1	31 280	7	60	36,4	27,8	104,2
101	2	39 046	7	60	41,4	29,3	110,7
101	2	39 046	7	70	49,8	31,2	121
101	3	39 645	7	70	50,1	31,6	121,7
101	3	39 645	7	60	42	29,8	111,8
101	4	39 645	7	60	42	29,8	111,8
101	4	39 645	7	80	56	33,6	129,6